

I
А. Л. МАЛЧЕНК
З. К. АШКИНУЗИ, М

ПОЛУНЕПРЕРЫВНАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА
ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ УКРАИНЫ
Киев — 1951 — Львов

К книге обобщен опыт освоения технологических режимов полунепрерывного разваривания крахмалистого сырья, непрерывного осахаривания и охлаждения затора, а также монтаж и эксплуатация применяемого для этого нового оборудования.

Главное внимание в книге уделено полунепрерывной схеме производства с двухступенчатым осахариванием. Подробно изложены процессы и режимы производства и описана аппаратура, относящаяся к ступенчатому развариванию и непрерывному осахариванию и охлаждению. Приведены также практические указания по контролю и учету производства и устранению ненормальностей в работе варочного отделения и станции осахаривания.

Книга рассчитана на инженерно-технических и научных работников спиртовой промышленности.

ВВЕДЕНИЕ

Непрерывные способы производства имеют существенные преимущества перед периодическими. Внедрение непрерывного технологического процесса во всяком производстве способствует увеличению производительности труда и уменьшению расхода сырья, пара, электроэнергии, воды и других элементов себестоимости продукции.

Наличие непрерывно действующего оборудования позволяет автоматически контролировать и регулировать производство. Ритмичность трудовых и технологических процессов является характерной особенностью непрерывного потока. Непрерывность процессов создает условия для стабилизации и нормализации технологических показателей. При этом, в отличие от периодической работы, легче достигаются лучшие устойчивые и качественные и количественные показатели производства.

В непрерывно действующих аппаратах в каждый данный момент обработке подвергается небольшая порция продукта, благодаря чему процессы протекают быстрее. Потребление пара и электроэнергии становится равномерным, что благоприятно отражается на работе паровых котлов. Аппараты непрерывного действия имеют меньшие размеры и объемы, в результате чего обслуживание их значительно проще.

Одним из главнейших преимуществ применения в спиртовой промышленности аппаратов и оборудования непрерывного действия является облегчение и упрощение борьбы с инфекцией. Постоянный поток продуктов и отсутствие «мертвых точек» не благоприятствуют развитию кислотообразующих микроорганизмов и возникновению очагов инфекции. В закрытых аппаратах непрерывного действия, в отличие от периодически действующих аппаратов, которые обычно являются открытыми, устраняется

попадание в затор вредных микроорганизмов из воздуха. Большинство процессов спиртового производства в непрерывно действующих аппаратах протекает скорее, что также уменьшает опасность инфекции. В аппаратах непрерывного действия почти отсутствуют места, где бы задерживались и застаивались продукты. Аппараты этого типа круглосуточно находятся в работе, тогда как аппараты периодического действия находятся в работе не более 12—16 часов в сутки, а остальное время простаивают.

Отмеченные преимущества непрерывно действующего оборудования и непрерывных процессов в спиртовом производстве очень важны, так как они в значительной мере предупреждают потери в производстве и приводят к увеличению выхода спирта.

Основное технологическое оборудование спиртовых заводов устарело и тормозит дальнейшее совершенствование производственных процессов. Заторный чан и разварник, определявшие на протяжении 80—90 лет технологический процесс спиртового производства, в настоящее время являются технически устаревшими аппаратами. За период длительного срока применения эти аппараты изменились лишь по объему, по размерам отдельных частей и конструкции некоторых деталей.

Например, заторный чан, имевший ранее цилиндрическую форму с плоским днищем, приобрел цилиндрикоконическую, а затем чашеобразную форму. Изменилось его размещающее устройство и расположение привода, размер и конструкция охлаждающих поверхностей и пр. По существу же современный заторный чан мало отличается от первоначальных образцов его, применявшихся на спиртовых заводах еще в XIX ст. Вместе с тем технологические процессы и способы производства на наших спиртовых заводах за последние 25—30 лет значительно улучшились, ускорились и усовершенствовались. Накоплен богатый опыт по эксплуатации оборудования, достигнуты высокие показатели производительности труда. Цикл приготовления затора, длившийся ранее 3—4 часа, в результате внедрения стахановских методов работы (метод Терехова, Вишняцкого и др.) сократился до 1,3—1,7 часов. Благодаря правильному подбору солода из разных культур и быстрому осахариванию, повысилась степень сбраживания заторов.

Однако дальнейшее совершенствование процессов затирания, осахаривания и охлаждения задерживается применением для этой цели заторного чана. При большом объеме чана масса охлаждается слишком медленно, а увеличить поверхность охлаждения чана невозможно. Вследствие медленного смешивания горячей массы с соломом при выдувании происходит инактивация амилазы под действием высокой температуры. Во время охлаждения в затор из воздуха попадает большое количество микроорганизмов, в том числе и таких, которые способствуют закисанию затора при сбраживании. Особенно это наблюдается в летнее время, когда из-за отсутствия артезианской воды процесс охлаждения затягивается. Постоянным и наиболее опасным очагом инфекции является вытяжная труба заторного чана.

Попадание микроорганизмов в затор неизбежно приводит к повышенному нарастанию кислотности при брожении и низкому выходу спирта.

Кроме того, на периодическое охлаждение и перекачивание больших объемов затора затрачивается значительное количество механической и электрической энергии, что вызывает пиковые нагрузки на паровую машину. Расход воды на охлаждение затора слишком велик, и это создает большие затруднения в работе завода летом, когда вследствие медленного охлаждения производительность завода значительно уменьшается. Таким образом, заторный чан, обладая ограниченными возможностями охлаждения, является одним из препятствий к ликвидации сезонности в спиртовой промышленности.

Существенно ускорить и улучшить процесс приготовления заторов в заторном чане нельзя. Возникшие новые методы работы требуют новых аппаратов, предназначенных для осахаривания и охлаждения.

Примерно так же обстоит дело с развариванием сырья. Все, или почти все, возможности разварника как технического аппарата исчерпаны. Обладая рядом преимуществ, этот аппарат вместе с тем является причиной значительных потерь крахмала при разваривании, достигающих, по данным Всесоюзного научно-исследовательского института спиртовой промышленности (ВНИИСП), для зерна 2,0—3,5 и для картофеля 1,0—1,5%.

Крупным недостатком разварника является периодичность его действия. На вспомогательные операции —

загрузку, вытеснение воздуха, разгрузку и пр. затрачивается до 20% времени, что также препятствует ликвидации периодичности в одном из основных процессов спиртового производства. Кроме того, тепловая обработка сырья в разварнике происходит неодинаково, так как масса сырья не размешивается, а пар в сосуд емкостью до 5 м³ вводится только в одной точке. Поэтому, несмотря на энергичную циркуляцию, разваривание в разных слоях бывает неравномерным, что в значительной мере и обуславливает потери крахмала при разваривании.

Существенным недостатком периодического разваривания является также неравномерное потребление пара, отрицательно влияющее на работу паровых котлов.

Советские инженеры много работали над изобретением непрерывно действующих варочных агрегатов. Они показали, что непрерывное разваривание измельченных материалов вполне возможно и осуществимо в аппаратах несложных конструкций. Такой способ успешно испытывался на ряде спиртовых заводов, однако не принят пока к распространению, поскольку для измельчения картофеля и зерна требуется значительное количество электроэнергии, которой большинство спиртовых заводов в должной мере не располагают.

Поэтому, в новой технологической схеме спиртового производства разварник обычной конструкции временно оставлен в качестве основного варочного аппарата, пока не будет разработан экономически эффективный способ непрерывного разваривания сырья в цельном или измельченном виде.

В результате творческого труда передовых рабочих, стахановцев, инженерно-технических и научных работников спиртовой промышленности СССР, направленного на изыскание новых более совершенных типов оборудования и схем производства, разработана рациональная схема, в которой ряд процессов осуществляется непрерывно.

Предложенные и конструктивно разработанные новые виды технологического оборудования позволили впервые в СССР осуществить в 1947 г. производство спирта из крахмалистого сырья по полунепрерывной технологической схеме. Этим самым наши специалисты завоевали приоритет в мировой технике спиртового производства в

части полунепрерывного разваривания и непрерывного осахаривания.

Новая схема производства в 1947—1950 гг. внедрена на многих спиртовых заводах Советского Союза. В ближайшие годы на этот способ будут переведены все заводы. Явные преимущества полунепрерывной схемы по сравнению с периодической выявились на первых же заводах, внедривших новую схему. Проведенные в 1949 г. Киевским филиалом ВНИИСПА испытания на Мирском и Трилесском заводах дали вполне положительные результаты (табл. 1).

Таблица 1

Результаты испытания полунепрерывной схемы производства

Производственные показатели	Эффект по отношению к периодической схеме (в процентах)	
	на Трилесском заводе	на Мирском заводе
Увеличение производительности варочного отделения	12	15
Уменьшение расхода:		
пара на варку картофеля . .	—	30,5
воды на осахаривание и охлаждение затора	50	61,0
электроэнергии на осахаривание и охлаждение затора . .	27	60,5
Увеличение выхода спирта (в процентах к плану)	1,38	1,12

Как видно из примера, был достигнут настолько существенный экономический эффект, что целесообразность широкого внедрения полунепрерывной схемы не может вызывать сомнения.

Переход от периодического способа производства к полунепрерывному является важным шагом вперед к поднятию спиртовой промышленности на более высокую ступень технического развития.

ГЛАВА I

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА¹

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА

На большинстве заводов, где практикуется периодическое разваривание и осахаривание, технологический процесс происходит в такой последовательности (рис. 1).

Картофель, доставляемый на завод в автомобилях или вагонетках 7, загружается в бункер 6, а из него вручную подается в гидравлический транспортер 5 или непосредственно в мойку 2. На гидравлическом транспортере имеется соломоловушка 4 и камнеловушка 3. Отмытый от примесей картофель элеватором 1 поднимается в бункер 15, установленный на сотенных весах. Отсюда картофель через распределительный шнек 12, а при отсутствии его по наклонным течкам, поступает в бункер 11, из которого попадает в разварник 10.

Подготовка зерна к производству (подработка) осуществляется обычно в помещении складов вне заводского здания. Бескожурное зерно (рожь, пшеница, кукуруза) подается на завод для переработки в цельном виде после очистки на сепараторе от сорных примесей. Кожурное же зерно до поступления в производство подготавливают. Ячмень превращают на рифленных валках в крупную сечку, просо плющат на гладких валках, а овес обрушивают на бичевой рушке.

¹ В настоящей главе дается лишь краткое описание и критика периодической схемы, чтобы легче было понять особенности и преимущества новой полупрерывной схемы.

При описании схем наибольшее внимание уделено развариванию и осахариванию, как наиболее измененному центральному узлу технологической схемы.

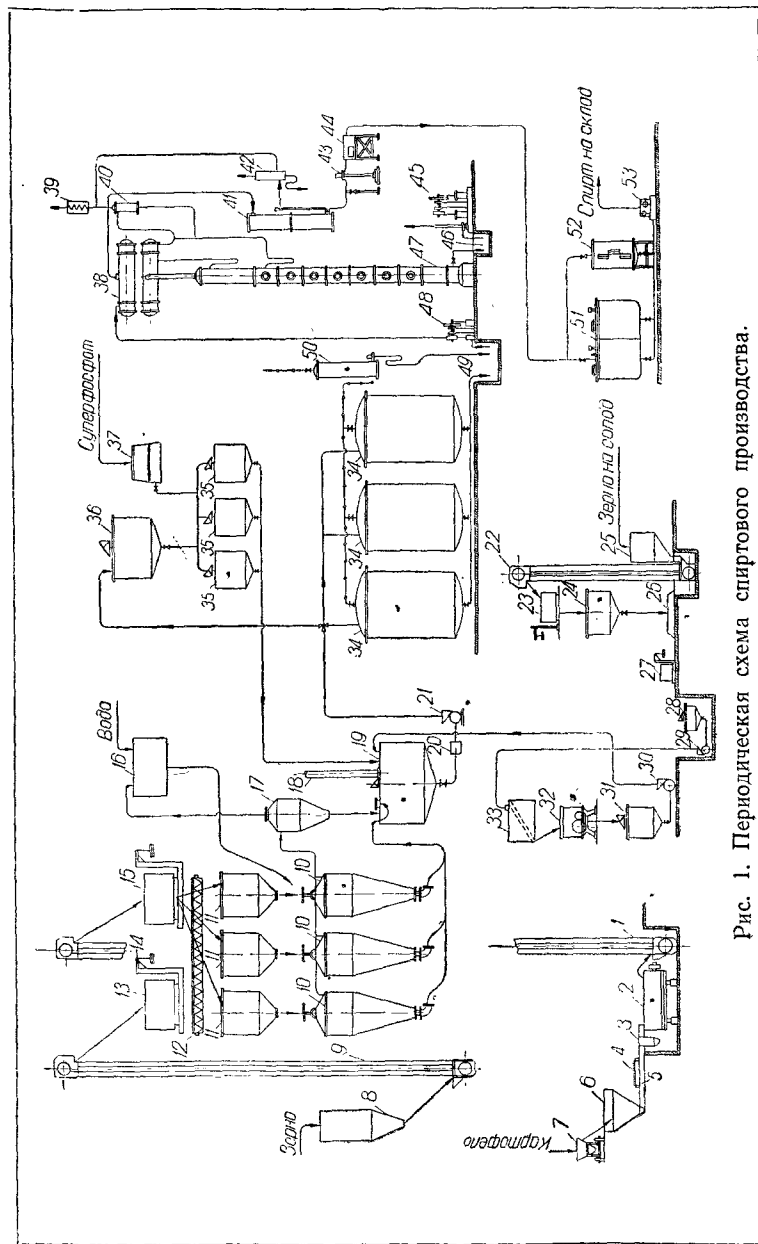


Рис. 1. Периодическая схема спиртового производства.

Подработанные на складе зерновые материалы подаются в заводской бункер 8 (рис. 1), а из него элеватором 9 на автоматические весы или в бункер 13, установленный на сотенных весах. Взвешенные зернопродукты, так же как и картофель, через шнек или по течкам попадают в бункер 11, а из него в разварник 10.

Сырье разваривают при давлении 3,5—5,0 *ати* в периодически действующих разварниках. Картофель разваривают без добавления воды, а зерно с добавлением 160—200 % воды по весу зерна. Выделяющийся при циркуляции пар проходит через крахмалоловушку 17 и отводится в бак горячей воды 16. Увлекаемые паром частицы сырья задерживаются при этом в крахмалоловушке 17. Разваренная масса сырья выдувается в заторный чан 19, снабженный мешалкой и змеевиком. Образующийся при выдувании пар отводится по вытяжной трубе 18 в атмосферу. На некоторых заводах перед выдуванием давление в разварнике снижается с 4—5 до 2,0—2,5 *ати*, а получаемый при этом сдувочный пар направляется для подогревания сырья в свежезагруженном разварнике. Крахмальную массу из крахмалоловушки периодически спускается в заторный чан.

Солод, как правило, готовят на токовых и реже на пневматических солодовнях. Очищенное и отсортированное с помощью сепаратора и триера зерно подвозится к бункеру 25, из которого элеватором 22 подается на весы 23. После взвешивания его загружают в замочный чан 24, в котором выдерживают для замочки от 8 до 24 часов. Увлажненное, промытое и продезинфицированное зерно спускают на ток 26 для выращивания солода в течение 9—10 суток при температуре 15—23°.

Готовый к употреблению зеленый солод поступает для приготовления солодового молока. После взвешивания на весах 27 солод подается для промывки и дезинфекции в чан 28. Отсюда его вместе с водой выкачивают насосом 29 на сито 33 для отделения воды. Для дезинфекции солода применяются хлорная известь и формалин. С сита солод вручную подается на дробилку 32. В тонкоизмельченном виде он смешивается с водой в чане для приготовления солодового молока 31, откуда насосом 30 периодически выкачивается в заторно-холодильный чан 19.

Разваренная масса сырья охлаждается, затирается и осахаривается в заторном чане. После охлаждения до 60°

масса смешивается с солодовым молоком, осахаривается в течение 10—15 мин., а затем охлаждается до 20—25° в течение 45—60 мин., а в летнее время за 70—90 мин. При температуре 30° в заторный чан спускаются зрелые дрожжи из дрожжанки 35. Смешанный с дрожжами так называемый свежий затор, по окончании охлаждения, выкачивается центробежным насосом 21 через ловушку 20 в бродильный аппарат 34. После промывки заторный чан снова включают в действие для приготовления следующего затора.

Для размножения дрожжей сладкий затор при температуре 60° тем же насосом 21 подается в дрожжезаторный чан 36, где он подвергается дополнительному осахариванию, молочнокислому закисанию, стерилизации и охлаждению. После внесения дрожжевой матки дрожжевой затор при температуре 16—22° спускается в дрожжанку 35 для размножения дрожжей в течение 20—24 часов. В качестве питательных для дрожжей веществ взамен солода к дрожжевому затору прибавляется сернокислый аммоний и суперфосфат, водная вытяжка из которого готовится в чане 37. Зрелые дрожжи опускаются в заторный чан периодически.

Периодическое сбраживание заторов происходит в герметически закрытых бродильных аппаратах 34. Для улавливания спиртовых паров, выделяющихся при брожении, служит спиртоловушка 50. Водно-спиртовая жидкость из ловушки и зрелая бражка из бродильных аппаратов сливаются в передаточный резервуар 49.

Спирт из бражки отгоняется на брагоперегонном аппарате непрерывного действия. Из передаточного резервуара бражка насосом 48 подается в дефлегматор 38, где она нагревается до 65—74° за счет тепла, выделяемого конденсирующимися водно-спиртовыми парами. Выделяющиеся при этом углекислый газ и спиртовые пары проходят через отделитель углекислого газа 40. В холодильнике 39 спиртовые пары конденсируются и в виде жидкости возвращаются для перегонки. Подогретая бражка поступает на верхнюю тарелку бражной колонны 47. Истощенная от спирта бражка (барда) из резервуара 46 насосом 45 откачивается в бардоразборник для скармливания скоту.

Спиртовые пары из дефлегматора 38 поступают в холодильник 41, где они конденсируются. В целях борьбы

с потерями спирта, уносимого неконденсируемыми газами, последние отводятся в холодильник 42. Спирт-сырец из холодильника через фонарь 43 и контрольно-учетный снаряд 44 поступает в сливной сборник 51 или мерник 52. Отсюда спирт насосом 53 перекачивается в спиртовой склад.

Такова в общих чертах периодическая схема производства спирта из крахмалистого сырья. Все процессы по этой схеме, за исключением перегонки бражки, ведутся периодически. Самым слабым ее местом является узел разваривания сырья, осахаривания и охлаждения заторов. Между тем эти процессы в производстве спирта из крахмалистого сырья являются основными и на них затрачивается наибольшее количество пара, воды и электроэнергии. Расход пара на разваривание составляет до 60—65% по весу зерна и 25—30% по весу картофеля. На охлаждение массы в заторном чане расходуется 40—50% воды и до 25% электроэнергии от общего их количества, потребляемого заводом.

Все это показывает, насколько велико значение для спиртового производства рационализации процессов разваривания и охлаждения в части использования пара, электроэнергии и воды. В периодической схеме выделяемый при выдувании пар не используется, а вместе с тем утилизация его для подогревания сырья позволяет сократить на 25—30% расход пара на разваривание. На охлаждение заторной массы в больших по объему аппаратах требуется в два раза больше воды и электроэнергии, чем в аппаратах малого объема.

Большим недостатком периодического разваривания и осахаривания является низкая производительность аппаратуры. Варочное отделение, определяющее как правило, производительность спиртового завода, в большинстве случаев является узким местом. По числу варок и количеству приготовленных заторов устанавливается обычно суточная мощность завода. Выработка завода особенно тормозится заторным чаном по причине медленного охлаждения и затрат времени на вспомогательные операции, обусловленные периодичностью его действия: промывкой, заполнением, освобождением и пр. Недостатки этого аппарата наиболее сильно сказываются в летний период на тех спиртовых заводах, которые не обеспечены холодной водой.

Периодичность разваривания способствует увеличению потерь сырья от неполноты растворения крахмала и карамелизации сахара. Это, в первую очередь, относится к зерну, которое чаще всего разваривается без предварительного набухания и запаривания и сразу подвергается воздействию высокой температуры под давлением 4—5 атм.

Устранение отмеченных недостатков периодического разваривания и осахаривания явилось первоочередной задачей спиртовой промышленности. Вот почему в новой полунепрерывной схеме рационализации этих процессов уделено должное внимание как в аппаратном оформлении, так и в разработке технологических режимов.

ПОЛУНЕПРЕРЫВНАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА

Особенности схемы

По типовой полунепрерывной схеме производства, принятой Главспиртом к внедрению, разваривание сырья производится периодически, а осахаривание и охлаждение — непрерывно. Поэтому данная схема и называется полунепрерывной. Такое положение является временным, пока не будет решен вопрос о рациональном способе измельчения картофеля и зерна для разваривания в непрерывно действующем аппарате, например, типа МАИ или же найдены способы непрерывного разваривания неизмельченных материалов. Исследования в этом направлении ведутся.

Непрерывное разваривание измельченных материалов не представляет трудностей и с технологической точки зрения весьма желательно. Такой способ разваривания применяется в ацетоно-бутиловом производстве и неоднократно с успехом испытывался на спиртовых заводах. Однако он не принят пока в спиртовой промышленности, поскольку это связано с установкой специального оборудования для измельчения зерна и картофеля и дополнительным расходом электроэнергии, в которой большинство спиртовых заводов и без того ощущает недостаток.

На пути непрерывного разваривания неизмельченного сырья стоят трудности, связанные с подачей зерна и картофеля в варочный агрегат, давление пара в котором на 4—5 атм выше обычного. Нет сомнения, что вскоре эти затруднения будут преодолены, и наша спиртовая промышленность ликвидирует периодичность процесса разваривания.

Первое достижение в этом направлении уже имеется. Процесс разваривания сейчас ведется ступенчато и состоит из подогревания, разваривания и доваривания. Если ранее периодическое разваривание велось в одном аппарате, то сейчас оно происходит в трех последовательно соединенных аппаратах: предразварнике, разварнике и доваривателе-выдерживателе. Две начальные ступени происходят периодически, а последняя — непрерывно.

В первой ступени загружаемое в предразварники сырье подогревается до температуры 60—90° и выдерживается при этих условиях 30—75 мин. Если разваривается зерно, то при этом происходит набухание и поглощение им воды. Эти процессы ускоряют и улучшают последующее разваривание при температуре 140—158°. Сырье в предразварниках подогревается за счет пара, образующегося при выдувании и циркуляции, тогда как при периодической схеме этот пар уходит в атмосферу.

Вторая ступень разваривания происходит в обычных разварниках при возможно мягком режиме по давлению и времени.

С расчленением процесса на три ступени продолжительность разваривания сокращается на 15—20 мин. за счет предварительного подогревания сырья и последующего выдерживания массы. Поэтому трехступенчатое разваривание позволяет увеличить производительность варочного отделения на 12—15%. Если другие отделения завода не увязаны с этим ростом производительности, то разваривание может производиться при давлении на 0,5 атм ниже обычного, что приводит к снижению потерь крахмала.

В третьей ступени масса сырья доваривается (выдерживается) в течение 40—70 мин. при низком давлении (0,3—0,5 атм) в специальном непрерывно действующем аппарате — выдерживателе, в который периодически выдувается масса из разварников по окончании второй ступени варки. Готовая по сваренности масса непрерывно

выводится из выдерживателя и поступает в аппарат для осахаривания.

Ступенчатый способ полунепрерывного разваривания, позволяющий смягчить температурный режим, способствует уменьшению потерь крахмала, которые при периодическом способе велики, особенно в конце варки.

Таким образом, при новом способе производства хотя полностью и не ликвидирована периодичность разваривания, но процесс этот значительно усовершенствован и улучшен.

Последующие за развариванием процессы затиранья, осахаривания и охлаждения происходят непрерывно. Если ранее эти процессы протекали в одном или нескольких заторных чанах большой емкости, то сейчас они последовательно происходят в небольших по объему аппаратах: смесителе, осахаривателе I ступени, трубе-осахаривателе II ступени и теплообменнике. Приготовление затора расчленено на несколько операций и это позволяет каждую из них выполнять быстрее при оптимальных температурах и с меньшей затратой механической энергии и охлаждающей воды.

Исследованиями и практикой подтверждено, что смешение разваренной массы сырья и солодового молока и осахаривание затора с успехом может происходить не только в больших, но и малых по объему сосудах. Этот принцип положен в основу аппаратного оформления новой схемы производства, при которой процессы затиранья, осахаривания и охлаждения происходят, как правило, в аппаратах, состоящих из труб. Такие аппараты несложны по устройству и невелики по объему. Для их установки требуется меньше площади. Применение трубчатых смесителей, осахаривателей и теплообменников вместо громоздких заторных чанов позволяет значительно увеличить производительность варочного отделения и сократить в два раза расход воды и электроэнергии. В закрытых непрерывно действующих аппаратах, состоящих из труб, продукты производства движутся быстрее и охлаждение происходит скорее. Это затрудняет не только попадание инфекции из воздуха, но и развитие ее. Для спиртового брожения это особенно важно в летнее время года, когда опасность развития посторонних спиртовому брожению микроорганизмов значительно усиливается.

Описание технологического процесса

В течение 1947—1949 гг. на ряде спиртовых заводов была осуществлена в трех модификациях полунепрерывная схема производства, предложенная лауреатами Сталинской премии А. Л. Малченко и М. П. Чистяковым и полунепрерывная схема производства, разработанная ВНИИСП^{ом}.

На основании данных испытания и трехлетнего практического опыта, Главспирт принял к внедрению полупрерывную схему производства с двухступенчатым осахариванием, аппаратное оформление и технологический режим которой разработали А. Л. Малченко и М. П. Чистяков при участии Киевского филиала ВНИИСП'а.

Технологический процесс по данной схеме (рис. 2) происходит в такой последовательности. Очищенное и взвешенное сырье поступает в предразварники 4. Перед загрузкой зерна в предразварники из бака 6 набирается в нужном количестве горячая вода, отмеряемая с помощью водоуказательного стекла. Подогревание зерна и картофеля и поглощение воды зерном происходит в течение 30—75 мин. Для подогревания используется пар, поступающий из выдерживателя 8 по трубопроводу 5. Избыток пара, не успевший сконденсироваться в предразварниках, отводится в бак горячей воды 6.

Сырье, подогретое до 60—90°, передается самотеком в разварники 3, где оно и разваривается под давлением. Разварники соединены с выдерживателем двумя трубопроводами. По верхнему отводится циркуляционный пар, а по нижнему — выдувается разваренная масса сырья. На циркуляционной трубе имеется отвод для сообщения свободного разварника с атмосферой перед вскрытием люка. Почти разваренная масса, степень готовности которой устанавливается по пробе, взятой из крана 1, периодически выдувается в выдерживатель для окончательного доваривания под давлением 0,3—0,5 атм.

Требуемое давление в выдерживателе поддерживается с помощью регулятора пара 7 и гидравлического затвора 9. Для наблюдения за давлением и температурой в выдерживателе служит манометр 2 и термометр 27, а для отбора пробы — кран 26. Готовая масса непрерывно самотеком поступает в осахариватель I ступени 24. Вводится она в диффузор 30 осахаривателя, в котором

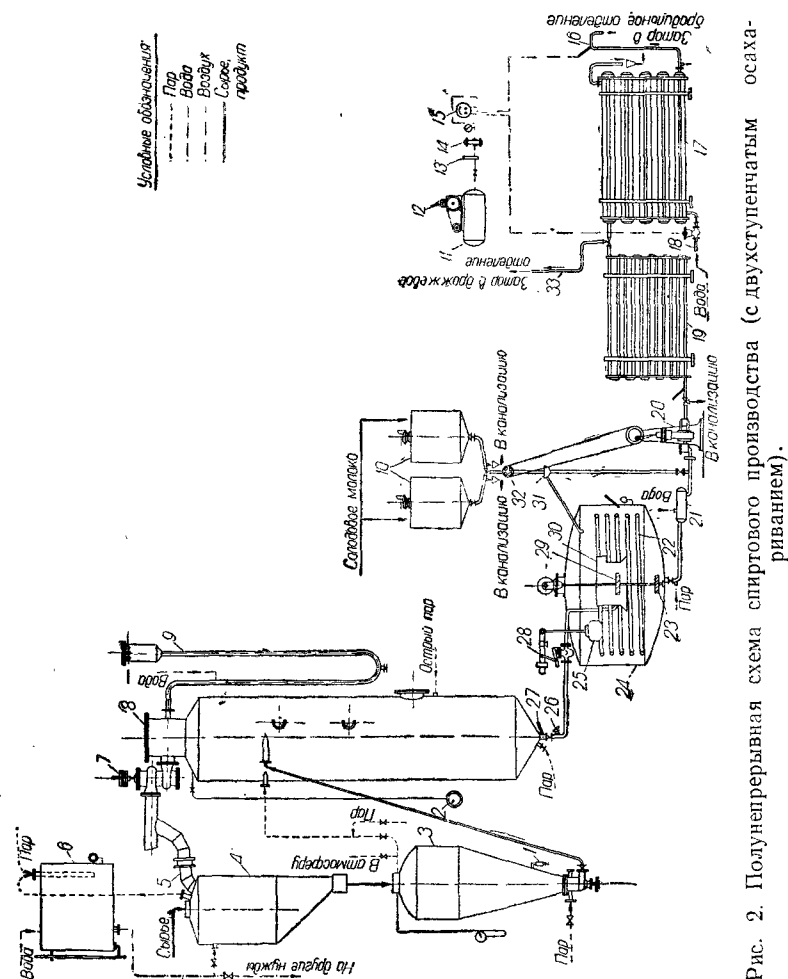


Рис. 2. Полунепрерывная схема спиртового производства (с двухступенчатым осаждением).

мешалкой 29 быстро смешивается с затором, разжижается и, в зависимости от принятого режима, охлаждается до 60—61° или же до 64—65°. Для разжижения и частичного осахаривания массы сюда же из расходных чанов 10^а через дозатор 32 и лотковый делитель 31 самотеком поступает 10 или 30% солодового молока от общего его количества, а остальные 90 или 70% его попадают во всасывающую трубу продуктового насоса 20. При поступлении в осахариватель I ступени 10% солодового молока температура осахаривания равна 64—65°. Однако в виду того, что распределение солодового молока в пропорции 10 и 90% с помощью применяемого в настоящее время лоткового делителя осуществить трудно, то более приемлемым в эксплуатации является второй вариант осахаривания с дозировкой солода в 30 и 70% и температурой в осахаривателе I ступени 60—61°.

Для охлаждения заторной массы служит змеевик 22, а для размешивания ее мешалка 23. Температура контролируется по ртутному и манометрическому термометрам (тальпотасиметру), установленным сбоку на осахаривателе. Количество поступающей горячей массы и заполнение осахаривателя регулируется клапаном 28, соединенным рычагом с поплавком 25.

Дозатор солодового молока 32 приводится в движение от продуктового насоса 20 через ременную передачу, чем и достигается постоянное соотношение числа их оборотов. Солодовое молоко, приготовляемое обычно в солодовне, периодически подается оттуда насосом в расходные чаны 10, которые заполняются и освобождаются попеременно, через каждые 60 мин.

Разжиженный и частично осахаренный затор продуктовым насосом непрерывно откачивается в трубчатый осахариватель II ступени 19. При этом всасывается и солодовое молоко, отчего температура затора снижается на 4—5°. Независимо от количества откачиваемой заторной массы уровень ее в осахаривателе I ступени остается постоянным, так как при ускорении откачки затора увеличивается подача в осахариватель разваренной массы и солодового молока. Таким образом узел осахаривания управляется одним вентилям парового насоса.

Между осахаривателем I ступени и продуктовым насосом имеется ловушка 21, в которой задерживаются сорные примеси сырья, что в значительной степени предо-

храняет насос и осахариватель II ступени от засорений. К ловушке подводится горячая вода, а к всасывающей трубе подключается пар, которым пользуются при промывке и стерилизации аппаратуры и связывающих их трубопроводов.

Через трубчатый осахариватель II ступени заторная масса проходит за 8—10 мин. За это время происходит доосахаривание затора и пастеризация той части солодового молока, которая поступает в этот осахариватель. За температурой осахаривания наблюдают по термометру.

Отъем затора для приготовления дрожжей производится после осахаривателя II ступени (как указано на рисунке), для чего служит трехходовый кран 33.

Из трубчатого осахаривателя сладкий затор тем же продуктовым насосом подается в теплообменник 17 типа «труба в трубе», в котором он охлаждается до температуры 20—25°. Охлаждающая вода здесь движется в обратном затору направлении. Поступление воды автоматически регулируется пневматическим регулятором температуры типа МД-332, состоящего из мембранного вентиля 18, регулятора температуры 15 и термобаллона 16 на выходе затора из теплообменника. Сжатый воздух для данного прибора подается от компрессора 12 через сборник 11, фильтр 13 и редукционный вентиль 14.

Охлажденный до температуры складки затор непрерывной струей сливается в бродильный аппарат, куда одновременно поступают зрелые дрожжи.

Остальные процессы — солодоращение, приготовление дрожжей, сбраживание и перегонка — проводятся так же, как и при периодическом способе производства.

При полунепрерывной схеме особое внимание должно быть уделено очистке сырья от сорных примесей: камней, песка, металлических предметов, соломы и пр. Переработка засоренного сырья неизбежно приводит к задержкам в производстве, нарушающим установившийся технологический режим. Поэтому одновременно с установкой в варочном отделении нового непрерывно действующего оборудования необходимо позаботиться об улучшении мойки картофеля и очистки зерна с помощью сепаратора.

Варианты узла осахаривания

В поисках дальнейшего упрощения узла затирания и осахаривания, с осуществлением этих процессов в трубе без применения аппаратов большой емкости, А. Л. Малченко и М. П. Чистяков разработали еще два варианта полунепрерывной схемы.

В обоих вариантах разваривание сырья и охлаждение сладкого затора происходит, как описано выше. Процессы же затирания и осахаривания ведутся с предварительным разжижением разваренной массы. По выходе из выдерживателя масса охлаждается до $70-75^{\circ}$, затем для ее разжижения добавляется часть сладкого затора, в количестве 10% по объему разваренной массы или 10% солодового молока от общего его количества, предназначенного для осахаривания. Такой технологический прием вытекает из свойств крахмала.

Растворенный крахмал с понижением температуры до $65-70^{\circ}$ быстро превращается в студень (гель), дальнейшее охлаждение которого весьма затруднено по причине большой вязкости. Поэтому охлаждение горячей массы разваренного картофеля и зерна без предварительного разжижения способствует переходу ее в состояние студня, при котором она не только плохо охлаждается, но и плохо смешивается с солодовым молоком. Образование студня происходит, прежде всего, на поверхности труб, отчего замедляется охлаждение и увеличивается сопротивление движению массы в трубе. От этого давление на насосе, подающем массу в теплообменник, возрастает до 10 атм и выше.

Охлаждение до температуры осахаривания гораздо успешнее происходит после разжижения крахмальной массы. Для этого при температуре $70-75^{\circ}$ к массе прибавляется небольшое количество солодового молока или сладкого затора. Под влиянием ферментов крахмал разжижается и теряет способность к образованию студня. Разжижение может быть выполнено либо в трубе-смесителе, либо в небольшом сосуде, снабженном мешалкой для размешивания и змеевиком для охлаждения.

На рис. 3 показана технологическая схема производства, впервые внедренная на Городищенском спиртозаводе, где процессы разжижения и охлаждения происходят в трубчатом аппарате. Особенностью этой схемы

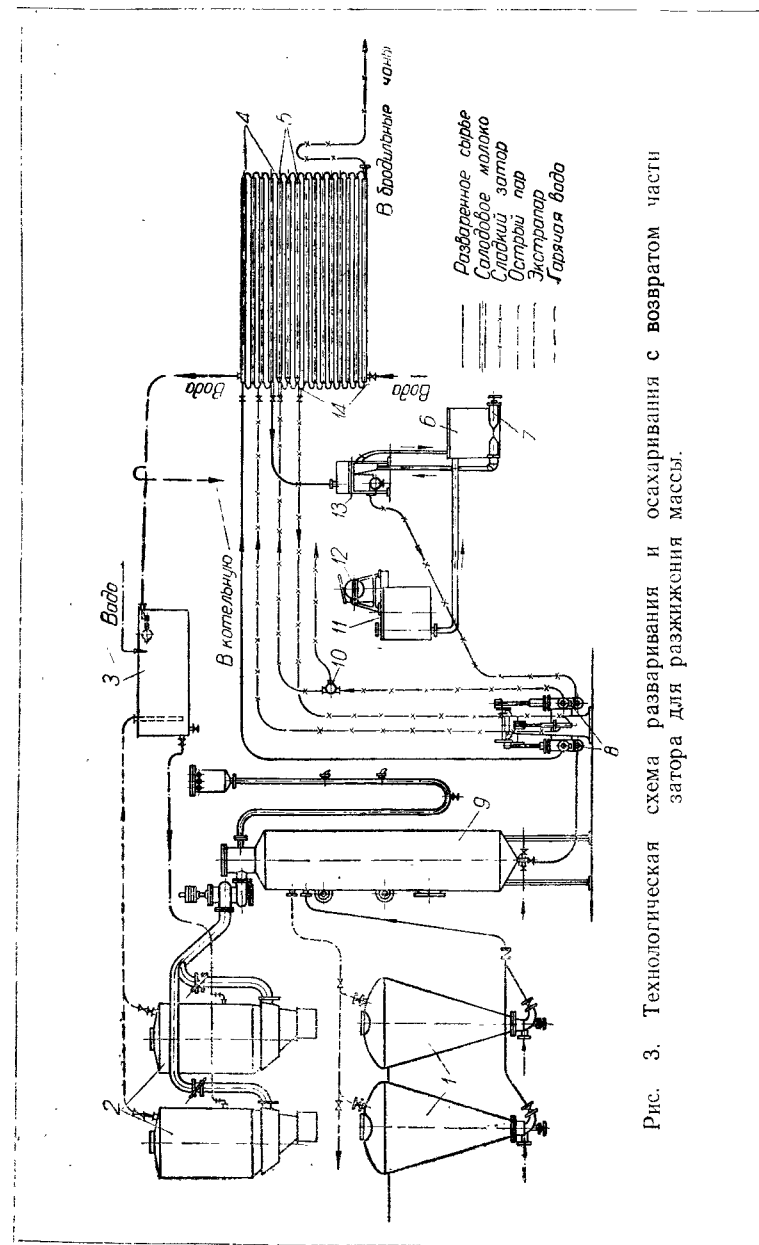


Рис. 3. Технологическая схема разваривания и осахаривания с возвратом части затора для разжижения массы.

в ее первоначальном виде является то, что для разжижения разваренной массы сырья применено небольшое количество сладкого затора, для дозирования и смешивания массы и солодового молока — лотковый дозатор, а для осахаривания и охлаждения затора — теплообменник-осахариватель.

Трехступенчатое разваривание в предразварниках 2, разварниках 1 и выдерживателе 9 производится как обычно для полунепрерывной схемы производства, описанной выше. Необходимая для разваривания зерна горячая вода поступает из бака 3. Готовая масса из выдерживателя поступает на трехплунжерный насос 8 и первым его плунжером подается в первую секцию теплообменника 4 для охлаждения от 100 до 64—65°. В зону теплообменника с температурой 80° вторым плунжером насоса 8 подается для разжижения 10% сладкого затора, возвращаемого из той зоны осахаривателя, где температура затора равна 55—57°. Разжижение длится 4—5 мин., в течение которых масса движется по первой секции теплообменника и охлаждается от 80 до 65°. Выйдя из теплообменника в несколько разжиженном состоянии, масса сливается в лотковый дозатор 13, в котором смешивается с солодовым молоком, непрерывно подаваемым сюда шнековым насосом 7, находящимся внутри расходного чана солодового молока 6. Для приготовления солодового молока служит дробилка 12 и чан 11.

Заторная масса, охлажденная от смешения с солодовым молоком до 58—59°, непрерывно откачивается из лоткового дозатора в трубчатый осахариватель 5, объем и длина которого соответствуют 10-минутному осахариванию. Пройдя осахариватель, затор попадает во вторую секцию теплообменника 14, в котором охлаждается до температуры складки, а из него непрерывной струей сливается в бродильный аппарат. Затор для приготовления дрожжей отбирается через трехходовый кран 10.

При данном варианте узла осахаривания крахмальная масса из-за недостаточного разжижения при неотрегулированной подаче 10% сладкого затора нередко загустевает в первой секции теплообменника. В таких случаях до исправления плунжера насоса, подающего часть сладкого затора в теплообменник, крахмальная масса в нем медленно подогревается паром до разжижения.

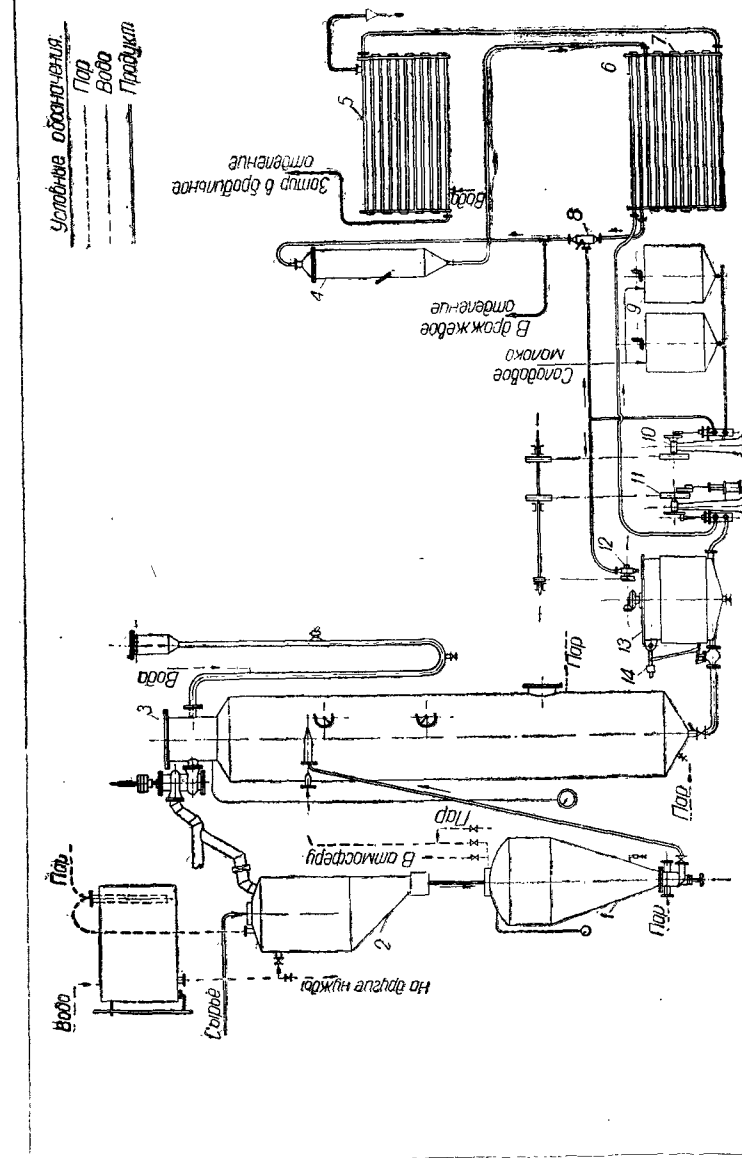


Рис. 4. Технологическая схема разваривания и осахаривания с разжижением массы солодовым молоком.

ПОЛУНЕПРЕРЫВНАЯ СХЕМА РАЗВАРИВАНИЯ И ОСАХАРИВАНИЯ, РАЗРАБОТАННАЯ ВНИИСП^{ом}

Особенностью схемы ВНИИСП^а является одноступенчатое осахаривание затора в непрерывно действующем заторном чане-осахаривателе. Технологический процесс производства спирта по этой схеме состоит в следующем (рис. 5). Поступающее для переработки сырье после

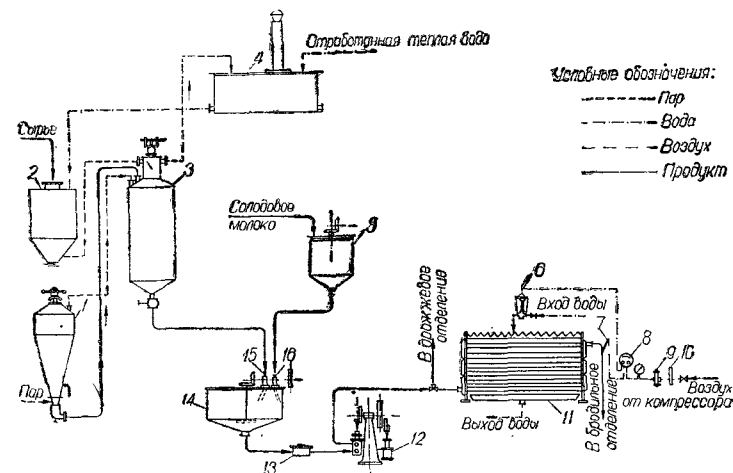


Рис. 5. Технологическая схема разваривания и осахаривания с одноступенчатым осахариванием.

очистки, мойки и взвешивания загружается в бункер 2, где оно подогревается паром, выделяющимся при выдувании. Подогретое до температуры 50—70° сырье периодически выгружается в разварник 1 для разваривания при 4,0—5,0 атм. Из разварника масса выдувается в сборник-паросепаратор 3. При этом, вследствие быстрого перепада давления с 4—5 атм до атмосферного, выделяется пар, который из сборника 3 поступает для подогревания картофеля и зерна в бункере 2 и подогревания воды в баке 4. Из сборника-паросепаратора масса непрерывно поступает в осахариватель непрерывного действия 14, в который одновременно также непрерывно подается солодовое молоко из расходного чана 5. Разваренная масса сырья и солодовое молоко дозируется турникетами. Мас-

На рис. 4 показан второй вариант узла осахаривания с предварительным разжижением разваренной массы сырья небольшим количеством солодового молока. Для этой цели применен небольшой сосуд объемом в 1 м³, снабженный мешалкой и змеевиком. Такая модификация впервые была испытана на Мироцком спиртовом заводе.

Разваренное в аппаратах 1, 2 и 3 сырье самотеком непрерывно поступает в разжижитель 13. Туда же плунжерным насосом 10 через дозатор 12 подается солодовое молоко в количестве 10% от общего его расхода на осахаривание затора. Заполнение разжижителя регулируется поплавковым устройством 14 с таким расчетом, чтобы температура смешиваемых продуктов не превышала 68—70°. Разжиженная заторная масса непрерывно откачивается плунжерным насосом 11 в первую секцию 6 теплообменника для охлаждения до 64—65°. При этой температуре масса из теплообменника поступает в смеситель 8, где смешивается с основным количеством солодового молока, подаваемого насосом 10 из расходных чанов 9. Благодаря размещению последних рядом с разжижителем и осахаривателем, облегчается наблюдение за расходом солодового молока и устраняется возможность засорения дробинкой солода трубопроводов, насоса и дозатора.

Из смесителя 8 заторная масса при температуре 58—60° поступает в трубчатый или (как показано на рисунке) цилиндрический осахариватель 4, емкость которого соответствует 10-минутной производительности варочного отделения. По выходе из осахаривателя сладкий затор проходит последовательно два теплообменника 7 и 5 для охлаждения до температуры складки. Охлажденный до 20—25° затор непрерывной струей сливается в бродильный аппарат, куда одновременно спускаются зрелые дрожжи.

При установке небольшого разжижителя (емкостью 1 м³), вследствие малого объема массы в нем, колебания температуры достигают $\pm (3 \div 5^\circ)$. Соответственно этому в смесителе и осахаривателе II ступени температура изменяется в пределах 56—63°, вместо допустимых 58—60°. Такое отклонение от режима может отрицательно сказаться на качестве затора. Наблюдения и опыт заводской работы указали на необходимость замены разжижителя осахаривателем I ступени, полезный объем которого соответствовал бы — 30—60-минутной производительности.

са из турникета 15 отводится к центру, а солодовое молоко из турникета 16 — к периферии осахаривателя. Оба турникета монтируются на одном валу на крышке осахаривателя. По опыту Трилесского завода оказалось более целесообразным турникеты приводить в движение через трансмиссию от плунжерного насоса 12. В этом случае равномерное поступление продуктов в осахариватель достигается тем, что при ускорении откачки затора ускоряется и подача в аппарат разваренной массы и солодового молока и, наоборот, при замедлении откачки замедляется поступление их.

Солодовое молоко готовят обычным путем. По мере расходования солодового молока его подкачивают в чан 5. Соотношение объемов солодового молока и разваренной массы обычно равно 1:7. Соответственно этому подбирают и объемы турникетов, лопасти которых для устранения утечки жидкости плотно соприкасаются с цилиндрическим кожухом.

Осахариватель постоянно заполнен массой затора, объем которой равен 45—60-минутной производительности варочного отделения. Температура в нем поддерживается в пределах 57—60°. Сладкий затор через ловушку 13 плунжерным насосом непрерывно откачивается в трубчатый теплообменник 11 для охлаждения до 20—25°. Теплообменник снаружи орошается водой. Поступление охлаждающей воды автоматически регулируется прибором, состоящим из мембранного вентиля 6, термобаллона 7, пневматического регулятора температуры 8, редукционного вентиля 9, фильтра 10 и соединительных капиллярных трубок. Воздух подается от специального компрессора под давлением 1,3 *ати*. Охлажденный до температуры складки затор непрерывно сливается в бродильный аппарат.

Остальные процессы происходят так же, как и при периодической схеме производства.

Схема ВНИИСП'а применена на нескольких спиртовых заводах.

Для более полного выяснения технологических режимов, принятых в полунепрерывной схеме производства, необходимо рассмотреть основные процессы, происходящие при ступенчатом разваривании сырья и непрерывном осахаривании затора. Этим вопросам посвящены главы II и III.

ГЛАВА II

ПРОЦЕССЫ ПРИ РАЗВАРИВАНИИ

Разваривание крахмалистого сырья является наиболее важным процессом спиртового производства. Цель его — привести картофель и зерно в такое состояние, при котором легко происходило бы осахаривание крахмала солодом. Для этого необходимо разрушить растительные ткани сырья, вскрыть клетки и растворить заключенные в них крахмальные зерна. Клетки связаны более или менее прочно между собою, поэтому обычного механического измельчения сырых материалов и нагревания с водой при температуре 100° недостаточно для полного освобождения крахмала и последующего его осахаривания.

Лучшее растворение крахмала достигается при разваривании неизмельченного сырья под давлением 3,5—4,5 *ати* (температура в 145—155°) и выдувании массы из варочного аппарата. Под действием воды, органических кислот и температуры межклеточные вещества набухают, частично гидролизуются, разрываются и растворяются. Во время выдувания соединенные между собой клетки под давлением выделяющегося из них пара взрываются и развариваемый продукт превращается в кашеобразную массу.

Процесс разваривания под давлением характеризуется, таким образом, растворением крахмала и других составных частей сырья и измельчением последнего. Благодаря этому крахмал, который имеет первостепенное значение в технологии спиртового производства, может войти в непосредственное соприкосновение с амилазой солода в процессе затирания.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРАХМАЛА

Строение и состав крахмального зерна

Крахмал является основной частью сырых материалов, используемых для получения спирта. По отношению к сухим веществам крахмал картофеля составляет примерно 65—75%, а крахмал зерна — 60—70%. Внутри растительных клеток крахмал находится в виде зерен, имеющих различную форму, характерную для каждой культуры (рис. 6). Зерна картофельного крахмала имеют



Рис. 6. Форма крахмальных зерен:
а — ячменя; б — ржи; в — овса; г — картофеля; д — проса
е — кукурузы.

овальную и яйцевидную форму, с явно выраженной слоистой структурой, а зерна овсяного и кукурузного крахмала — многогранную. От соединения нескольких простых зерен образуется сложный конгломерат зерен, как, например, у овса. Крахмальные зерна картофеля достигают величины 50—100 мк, а злаковых культур — 10—50 мк.

Крахмальные зерна имеют кристаллическое строение. Покрываются они оболочкой, обладающей большой сопротивляемостью внешним воздействиям. Удельный вес крахмала равен 1,5—1,6. В присутствии иода крахмал окрашивается в синий цвет. Этим пользуются для определения следов крахмала при контроле процесса осахаривания.

В холодной воде крахмал не растворим, а в горячей — образует клейстер, при 110° — разжижается, а при 120—130° он переходит в растворимое состояние.

Картофельный крахмал состоит из амилозы и амилопектина. В крахмальных зернах ячменя, ржи и пшеницы, кроме амилозы и амилопектина, содержится небольшое количество других веществ. Путем различных обработок можно разделить эти два компонента крахмала, сильно отличающиеся по своим физическим и химическим свойствам. Амилоза легко растворяется в горячей воде, причем получается коллоидный раствор с относительно небольшой вязкостью. Амилопектин с горячей водой дает клейстер и переходит в раствор лишь при длительном нагревании под давлением и температуре 120°, причем растворы его обладают весьма высокой вязкостью. Загустевание крахмального клейстера обусловлено присутствием нерастворимого, обладающего клейкими свойствами амилопектина.

Иногда амилозу называют амилоамилозой, а амилопектин — эритроамилозой, чем определяется характер их реакции с иодом. Амилоза дает с иодом синюю окраску, близкую к синефиолетовой окраске обычного крахмала; амилопектин окрашивается в краснофиолетовый цвет.

Хотя амилоза картофельного и зернового крахмала легко растворима в воде, однако водный раствор ее неустойчив, и она довольно быстро выделяется из раствора. Ретроградирующая амилоза повторно растворяется, но еще более трудно, чем амилопектин. Амилопектин в растворе устойчив и не ретроградирует. Амилоза легче, чем амилопектин, превращается ферментами в сахар. Под действием β -амилазы солода амилоза полностью гидролизуется в мальтозу, тогда как амилопектин расщепляется на мальтозу и остаточные декстрины в соотношении 54 и 46%. Вследствие преобладания амилопектина крахмальный клейстер осахаривается β -амилазой примерно на 60%.

Сейчас считается установленным, что картофельный крахмал состоит на 19—22% из амилозы и на 78—81% из амилопектина. Соотношение амилозы и амилопектина в зерновом крахмале примерно такое же.

Амилопектин содержит фосфорную кислоту, с удалением которой изменяются его свойства в части клейстеризации, растворения и вязкости. Содержащийся в

непроросших зернах ячменя фермент амилофосфатаза высвобождает фосфор, отчего вязкость амилопектина уменьшается и крахмальный клейстер разжижается. Поскольку фосфорная кислота связана с амилопектином, природные свойства крахмала определяются в основном этой его составной частью. В крахмальном зерне амилоза и амилопектин распределены равномерно.

Клейстеризация крахмала

При нагревании крахмала с водой происходит клейстеризация, причем крахмал из твердого состояния переходит в студень. Эта способность крахмала является наиболее важным его свойством. Процесс клейстеризации связан с поглощением воды крахмальными зернами, их набуханием и образованием пузырьков. Объем пузырьков в 60—100 раз больше объема зерен сухого крахмала. При нагревании водной суспензии крахмала вязкость ее сильно возрастает.

Процесс клейстеризации происходит постепенно и зависит от величины зерен: крупные клейстеризуются быстрее, мелкие — медленнее.

Большое значение при этом имеет система пузырчатых образований.

Различают четыре стадии клейстеризации: набухание, разбухание крахмальных зерен, разбухание крахмальных пузырьков и распад крахмальных пузырьков. Первая стадия происходит при температуре 35—40°, вторая — при температуре — 45—65°, третья — при температуре 60—80° и четвертая — при температуре 80—100°. Набухание характеризуется образованием мельчайших углублений и трещин, разбухание — превращением крахмальных зерен в студенистые пузырьки, разбухание пузырьков — распадом больших пузырьков на мелкие, распад крахмальных пузырьков — диспергированием крахмального вещества до коллоидного состояния.

Температура клейстеризации крахмала для разных культур неодинакова: картофельного 55—65°, ржаного и овсяного 55—80°, пшеничного и ячменного 60—80°, кукурузного 65—75°. Таким образом, клейстеризация характеризуется не одной температурной точкой, а определенным температурным интервалом, в пределах которого

процесс этот протекает наиболее интенсивно. Например, в картофельном крахмале:

при температуре 50—55°	клейстеризуется	5 %	зерен
” ” 55—60°	”	47 %	”
” ” 60—65°	”	38 %	”
” ” выше 65°	”	10 %	”

По мере нагревания крахмальной суспензии вязкость сначала несколько снижается (за счет уменьшения вязкости воды), затем резко возрастает и по достижении определенного максимума медленно падает. Постепенное уменьшение вязкости, наблюдаемое при нагревании клейстера при температуре близкой к 100°, объясняется разрушением пузырчатой структуры. У картофельного крахмала после достижения максимума вязкость начинает падать через 10—15 минут, тогда как у крахмала зерновых злаков предельно высокая вязкость остается в течение нескольких часов. Это объясняется более высокой способностью картофельного крахмала к набуханию и быстрому распаду пузырьков.

Характер кривой клейстеризации зависит от соотношения воды и крахмала, скорости нагревания и других условий.

Очень большое влияние на свойства крахмала оказывает предварительная обработка его теплой водой. От этого понижается способность крахмальных зерен к набуханию и уменьшается максимальная вязкость клейстера. В то время, когда крахмальные пузырьки обыкновенного крахмала легко распадаются и клейстер разжижается, пузырьки крахмала, предварительно обработанного теплой водой, выносят относительно длительное нагревание, в течение которого вязкость клейстера остается стабильной. Происходит это, очевидно, в силу того, что при непродолжительной обработке теплой водой, последняя смачивает только наружные слои крахмального зерна, которые клейстеризуются и образуют защитный слой, препятствующий поглощению воды внутренней частью зерна при повторном соприкосновении крахмала с водой. Наличие такой гидратированной и оклейстеризованной оболочки тормозит дальнейшее набухание и образование крахмальных пузырьков. Возможно также, что при обработке крахмала теплой водой частично или полностью растворяется амилоза. Будучи, однако, неустойчивой, она

ретроградирует и выделяется из раствора. В таком состоянии амилоза, как указывалось уже, растворяется с трудом. Поэтому при повторном воздействии на крахмал воды клейстеризация происходит медленно и неполно.

Описанное свойство крахмала имеет большое значение для процесса разваривания сырья, в первую очередь, картофеля. Известно, что если охладить неполностью сваренный картофель, то повторное его разваривание будет весьма продолжительным. Таким образом, тепловая обработка и набухание не должны прерываться, так как иначе на поверхностных слоях создается оклейстеризованный эластичный слой крахмала, затрудняющий последующее набухание и проникновение тепла.

Свойства крахмала зависят от условий созревания и хранения клубней картофеля и зерен злаков. Замечено, что крахмал незрелых и свежесобраных продуктов образует устойчивый клейстер, с трудом поддающийся разжижению и, наоборот, крахмал хорошо вызревшего и лежалого сырья дает мало вязкий клейстер.

Большое влияние на вязкость клейстера оказывают электролиты. В присутствии весьма ничтожных количеств хлористого натрия и других химических веществ набухание крахмальных зерен происходит слабее, а вязкость клейстера уменьшается в несколько раз. Это свойство крахмала также имеет значение для процесса разваривания и химического контроля спиртового производства. Достаточно указать, что ничтожные количества минеральных соединений, попадающие в дистиллированную воду (например, от переброса сырой воды из куба при перегонке) делают ее непригодной для приготовления крахмального клейстера при определении осахаривающей способности солода и сладкого затора.

При нагревании до 110° клейстер начинает разжижаться, а при 120—130° становится жидким. По охлаждении до 55—65° крахмальный раствор превращается в студень. При этом происходит сближение молекул амилопектина и часть его может перейти в кристаллическое состояние. Чем быстрее охлаждение, тем меньше вероятность такого рода превращений. При 50—55° студень настолько уплотняется, что не поддается смешиванию с солодовым молоком.

Свойство крахмала переходить в жидкое состояние при нагревании под давлением используется в технике спир-

тового производства. Содержащийся в клубнях картофеля и зерне крахмал при этом не только растворяется, но и высвобождается из клеток, в которые он заключен. Однако для достижения этого неизмельченные сырые материалы необходимо нагреть до 145—155° и выдержать под давлением 3,5—4,5 *ати* в течение 60—70 мин. Столь высокая температура нужна для разрушения клеток.

В жидком состоянии крахмал легко поддается действию ферментов в процессе затирания и осахаривания. Быстрое охлаждение разваренной массы от 100 до 60° предохраняет от образования студня. С этой же целью при 75—80° массу разжижают небольшим количеством солодового молока.

Изучению физико-химических свойств крахмала посвящено много исследовательских работ. Однако состояние крахмала, приобретаемое им при нагревании под давлением 4—5 *ати*, все же осталось почти неизученным. Такого рода исследования оказались бы полезными и необходимыми для освещения ряда вопросов спиртового производства.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЗАПАРИВАНИИ

Запаривание сырья является первой стадией разваривания. При запаривании происходят набухание, нагревание до температуры 60—100° и частичное растворение некоторых составных веществ сырья. Все эти процессы готовят картофель и зерно к развариванию и происходят в аппарате, называемом предразварником. Нагретое и впитавшее достаточное количество воды сырье разваривается лучше, быстрее и с меньшей затратой пара. Запаренные клубни и зерна должны быть целыми. Если же этот процесс будет слишком длительным и некоторые из них распадутся, то часть крахмала выделится наружу и клейстеризуется на поверхности. Последующее разваривание такой полусырой массы будет продолжительным и неравномерным.

Поглощение воды и набухание

Картофель содержит около 75% воды и 25% сухих веществ. Количество воды в нормальном картофеле вполне достаточно для растворения крахмала. Поэтому дополнительный расход воды при разваривании необходим

лишь при переработке подвяленного или мерзлого картофеля, потерявшего часть естественной влаги от испарения или вымораживания. При запаривании картофеля имеется в виду лишь нагревание его до температуры 60—70°.

Клубень картофеля состоит из рыхлой и сочной ткани, составленной из тонкостенных клеток большого размера. Снаружи он покрыт тонкой кожурой. Поэтому тепло легко проникает в середину клубня. Основной задачей запаривания является равномерное распределение пара и одинаковое подогревание всех клубней, находящихся в предразварнике.

Влажность зерновых материалов не превышает обычно 15—20%. Этого количества воды явно недостаточно для растворения крахмала и других составных частей зерна. Сухое зерно снаружи защищено несколькими инкрустированными минеральными веществами, эластичными оболочками и пленками. Поэтому вода и особенно тепло проникают внутрь зерна довольно медленно. Чем крупнее и крепче структура зерна, тем больше требуется времени для его набухания и прогревания. В силу этих свойств процесс поглощения воды и прогревания массы зерна имеет большое значение для последующего разваривания.

От взаимодействия с водой крахмала, белков, клетчатки и других веществ происходит не только смачивание поверхности частиц, но и проникновение воды внутрь частиц. При этом вода как бы расклинивает и расшатывает частицы, нарушая их компактное строение, а также окружает их жидкой оболочкой.

Скорость диффузии воды зависит от размеров промежутков в сцеплениях частиц. Если силы сцепления между частицами невелики, то происходит их разрыв, что приводит к дезагрегации и пептизации вещества в воде. Если же эти силы больше сил расклинивающего действия воды, то частицы лишь набухают и сохраняют свою целостность. Последний случай соответствует так называемому ограниченному набуханию, в отличие от неограниченного, когда вещество растворяется в воде. При ограниченном набухании значительно увеличивается объем за счет поглощения воды коллоидными веществами.

При соприкосновении зерна с водой вода стремится проникнуть внутрь зерна, преодолевая сопротивление наружных клеток. Как и всякий осмотический процесс, ско-

рость диффузии воды будет тем больше, чем выше ее температура и чем меньше влаги содержится в зерне, т. е. чем оно суше. Впитываемая зерном вода извлекает некоторое количество легкорастворимых веществ, вследствие чего нарушается связь между клетками и они теряют свою прочность.

Поглощение воды происходит неравномерно. Как видно из графика (рис. 7) вода впитывается зерном сначала быстро, затем

этот процесс сильно замедляется. Объясняется это тем, что в первой стадии вода довольно легко заполняет имеющиеся в зерне капилляры, а затем следуют более сложные процессы, связанные с диффузией воды через пленки, образованием гидратных слоев вокруг коллоидных частиц и проникновением воды внутрь частиц. Набухание значительно ускоряется с повышением температу-

ры, что обусловлено, в первую очередь, свойством крахмала быстро поглощать воду при температуре 55—85°. По данным Климовского, например, процесс набухания ячменя при 80° продолжается 10 часов, а при 100° — всего 2 часа.

При кипячении под атмосферным давлением вода наиболее интенсивно поглощается зерном в первые 15 минут. В течение этого срока влажность зерна достигает 50—60%. Особенно быстро набухание происходит при нагревании под давлением (табл. 2). Из табл. 2 следует также, что продолжительность набухания во многом зависит от величины и прочности зерна. Ячменное зерно полностью насыщается водой при температуре 100° за 2 часа, кукурузное же зерно в этих условиях насыщается лишь за 15 часов.

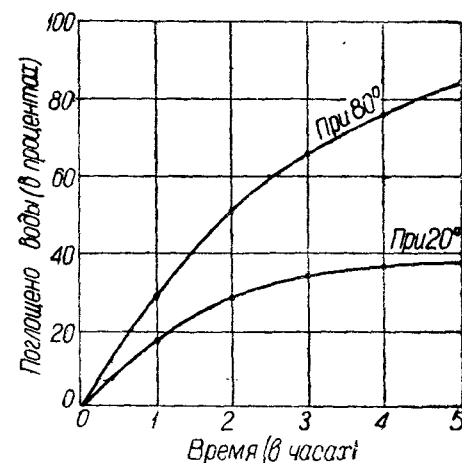


Рис. 7. Зависимость набухания кукурузного зерна от температуры.

Таблица 2

Данные о поглощении воды зерном
(по Л. Н. Маравину)

Время (в часах и минутах)	Температура нагрева (в градусах)	Соотношение поглощенной воды и зерна	
		кукуруза	ячмень
0—00	100	0,30:1	0,40:1
0—15	100	0,45:1	0,60:1
0—30	100	0,52:1	0,73:1
1—00	100	0,62:1	1,20:1
1—30	100	0,78:1	1,44:1
2—00	100	1,05:1	1,90:1
6—00	100	1,15:1	—
12—00	100	1,75:1	—
0—03	110	0,46:1	0,85:1
0—06	120	0,50:1	1,05:1
0—09	130	0,80:1	1,30:1

При поглощении воды зерно увеличивается преимущественно в толщину и ширину и очень мало в длину.

Скорость набухания в значительной степени зависит от состояния зерна. Если вследствие повышенной влажности зерно подверглось самосогреванию и порче, а затем было подсушено, то оно гораздо быстрее впитывает влагу, чем нормальное и здоровое зерно.

На рис. 8 приведены кривые набухания нормальной и дефектной кукурузы. По ним видно, что за 6 часов при температуре 25° нормальной кукурузой поглощено 28% воды, а дефектной — 71%. Столь значительное увеличение скорости поглощения воды обусловлено теми изменениями структуры и коллоидно-химических свойств, которые произошли во время самосогревания зерна. Под влиянием ферментов происходит расщепление и растворение части белков, углеводов, а также пектиновых веществ и гемицеллюлоз, входящих в межклеточное вещество. Все это ослабляет связи между отдельными частями зерна

и изменяет их свойства в части растворимости, гидрофильности и пр. После подсушки ткани такого зерна теряют эластичность и в нем образуются пустоты и трещины, что вместе взятое и благоприятствует быстрому проникновению воды.

Из приведенного следует важный в практическом отношении вывод, что замачивание и последующее разваривание дефектного зерна должно производиться в менее короткий срок.

Поглощение воды значительно ускоряется при удалении или разрыве цветочных пленок и наружных оболочек зерна. Обрушенный овес набухает быстрее, чем необрушенный. Еще бы-

стрее поглощается вода дробленным продуктом. Для набухания крупки требуется всего лишь несколько минут. В этом случае применяется вода, температура которой не должна превышать 50—60°. При более высокой температуре произойдет клейстеризация крахмала, и на поверхности твердых частиц образуется эластичный слой клейстера, препятствующий проникновению воды и тепла, следствием чего разваривание измельченного продукта будет продолжительным и неравномерным.

Изменение структуры сырых материалов

Поскольку крахмальные зерна заключены в растительные клетки, из которых они могут быть освобождены лишь путем механического измельчения или разваривания, то физические свойства, обуславливающие прочность

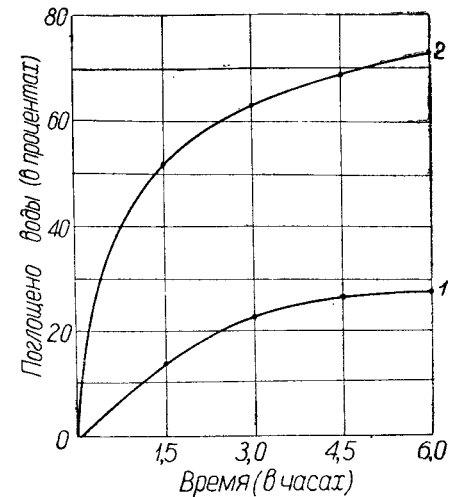


Рис. 8. Кривая набухания нормальной и дефектной кукурузы:
1 — нормальное зерно; 2 — дефектное зерно.

сырья, имеют большое значение для его переработки. Картофель, в силу большой влажности и мягкой структуры, в этом отношении является лучшим сырьем. В процессе разваривания клубни легко разрушаются и превращаются в однородную крахмалистую массу.

Превращение же зерна в однородную массу осложняется твердостью и неоднородностью его строения. Наибольшей сопротивляемостью на разрыв обладают оболочки, а именно: ржи 225 кг/см^2 , пшеницы 316 кг/см^2 , а овса еще больше. Цветочные пленки и наружные оболочки зерна состоят из плотных инкрустированных минеральными веществами тканей, не уступающих в прочности древесине. Алейроновый слой, состоящий преимущественно из белков, отличается большой эластичностью и сопротивляемостью как механическим, так и химическим воздействиям. Такими же свойствами обладает и зародыш. Эндосперм имеет тонкое и хрупкое строение и поэтому менее прочен. Сопротивление сжатию эндосперма пшеницы не превышает $17\text{—}33 \text{ кг/см}^2$.

Для разрушения зерна требуются значительные механические усилия. На размол в дерть 1 т зерна нужно затратить в среднем $20\text{—}25 \text{ кВт-ч}$ электроэнергии. Если принять расход пара в 18 кг на 1 кВт-ч , то затрата его на размалывание 1 т зерна составит $360\text{—}450 \text{ кг}$. При этом в продукте лишь часть клеток вскрывается. Для полного их вскрытия и освобождения крахмала мука должна подвергнуться развариванию при давлении $1\text{—}2 \text{ атм}$, с затратой на это $400\text{—}450 \text{ кг}$ пара на 1 т зерна. Суммарный расход пара на размол и последующее разваривание 1 т зерна составит около $800\text{—}850 \text{ кг}$. На разваривание же такого количества целого зерна под давлением $4\text{—}5 \text{ атм}$, с учетом использования пара самоиспарения, расходуется около $450\text{—}500 \text{ кг}$ пара. Таким образом, на разрушение структуры зерна и вскрытие клеток механическим путем и тепловой обработкой требуется большое количество энергии, причем разваривание целого зерна по затрате энергии является более экономичным. Однако переработка измельченных материалов имеет крупное преимущество, состоящее в том, что становится возможным осуществить непрерывное и равномерное разваривание при более низких температурах.

Уменьшение прочности сырья является одной из задач, решаемой при запаривании. Процесс набухания зер-

на сопровождается не только набуханием крахмальных зерен, но и клеточных стенок, вследствие чего физические свойства их меняются. Самым же главным является то, что вода, проникающая внутрь частиц сырья, растворяет некоторые межклеточные вещества, отчего внутреннее сцепление отдельных составных частей зерна уменьшается. Благодаря этому оно становится мягким и гибким.

По данным Л. Н. Маравина, для сжатия одного кукурузного зерна до лепестка толщиной 3 мм требуется нагрузка в 35 кг , а для сжатия одного ячменного зерна до толщины 2,2 мм — 6 кг . В переводе на 1 см^2 площади это соответствует давлению для кукурузы в 40 атм и ячменя в 22 атм . После же набухания в кипящей воде сопротивление зерна сжатию выражается в значительно меньших величинах (табл. 3).

Таблица 3
Изменение прочности зерна при набухании
(по Л. Н. Маравину)

Продолжительность набухания (в часах и минутах)	Сопротивление сжатию одного зерна (в кг)	
	кукуруза	ячмень
0—00	35,00	6,04
0—30	5,69	1,06
1—00	4,76	0,33
2—00	3,00	—
3—00	2,32	0,10
6—00	1,22	—

Ячменное зерно за 1—2 часа достигает наибольшего набухания и наименьшей прочности, тогда как кукурузное зерно даже через 6 часов остается довольно прочным.

Наиболее интенсивное поглощение воды наблюдается в первые 30 минут, в течение которых прочность кукурузы снижается с $35,0$ до $5,6 \text{ кг}$, а ячменя с $6,04$ до $1,06 \text{ кг}$. К этому времени влажность кукурузного зерна достигает 50% , а ячменного $60\text{—}65\%$. После этого поглощение воды и уменьшение прочности замедляется.

Еще более быстро идет поглощение воды при нагревании под давлением, о чем подробно будет сказано ниже.

Нагревание сырья

Если учесть свойства крахмала и то, что набухание и изменение структуры сырых материалов гораздо быстрее происходит при высокой температуре, то становится понятной необходимость подогревания их в предразварнике до возможно высокой температуры. Низкая температура запаривания (40—60°) нежелательна, так как она благоприятствует действию амилолитических ферментов, превращающих часть крахмала в сахар. В качестве примера можно указать, что в суспензии овсяной муки, выдержанной при 50° в течение часа, количество сахара увеличивается до 5,5%, против 4% в исходной муке. Из этих соображений картофель и, особенно, зерно нельзя долго выдерживать в предразварнике при 30—60°, а нужно возможно скорее нагреть до наивысшей температуры, которая для разных видов сырья неодинакова. Продолжительность и температура запаривания устанавливаются с таким расчетом, чтобы клубни картофеля и зерна к концу этого процесса остались целыми и сохранили свою форму.

Для картофеля наивысшая температура запаривания не должна превышать 60—70°. При более сильном подогревании часть клубней может разрушиться, при этом оклейстеризованный крахмал покрывает оболочкой целые клубни, в результате чего последующее разваривание их будет продолжительным и неполным. По тем же соображениям раздробленное в крупу зерно должно подогреваться не выше чем до 50°, так как могут образоваться оклейстеризованные снаружи комки муки, которые затем с трудом развариваются даже под давлением. Целое же зерно целесообразно запаривать при 75—85°, а еще лучше при 90—100°.

Охлаждение уже нагретого сырья до температуры ниже 50° не должно иметь места потому, что это приводит к изменению свойств крахмала. При повторном нагревании такой крахмал труднее клейстеризуется и разжижается.

Продолжительность запаривания зависит от структуры сырых материалов и их температуры перед поступлением в предразварники. Для запаривания кукурузы требуется не менее 2—3 часов, для запаривания ржи, ячменя, овса — 60—75 минут, а для запаривания здорового немерзлого картофеля — 30—35 минут.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ РАЗВАРИВАНИИ

При разваривании картофеля и зерна происходят различные физические и химические процессы. Главнейшими из них являются разрушение клеточной структуры, растворение составных веществ и гидролитическое расщепление и дезагрегация сложных соединений в простые.

Разрушение клеточной структуры

В первый период разваривания заканчивается поглощение воды и набухание. Эти процессы при температуре 120—135° протекают в течение 15—25 минут, в зависимости от способа подготовки сырья в предразварниках. Одновременно с этим растворяется крахмал и некоторая часть пентозанов, гемицеллюлоз, белков и др. веществ.

По мере дальнейшего повышения температуры до 140—150°, и обусловленного этим усиления гидролитического расщепления и растворения веществ, происходит частичный разрыв клеток, что дает возможность крахмалу выделяться в окружающую среду. Разрыв клеток происходит сначала в наружных слоях, внутри же клубня или зерна они остаются пока целыми. Этот период характеризуется медленным развариванием внутренних слоев тканей и длится для зерна 40—50 минут, а для картофеля 15—30 минут.



Рис. 9. Крахмальные зерна в клетках сырого картофеля.

Физические изменения крахмала при разваривании сырья под давлением изучены мало. По этому вопросу имеются лишь неполные данные в отношении картофеля. Крахмальные зерна сырого картофеля заключены в клетки, соединенные между собой межклеточным веществом, состоящим из гемицеллюлоз (рис. 9). Последние не растворимы в холодной воде, слабо растворимы в горячей воде и хорошо растворимы при нагревании под давлением 2—3 атм. При нагревании картофеля без давления крахмальные зерна поглощают водянистое содержимое

клеток, набухают и сильно увеличиваются в объеме, но стенки клеток при этом не разрываются и удерживают крахмал.

Под давлением межклеточное вещество растворяется, сами же клетки хотя и не разрушаются, но значительно утрачивают свою прочность. Как видно из рис. 10, клетки

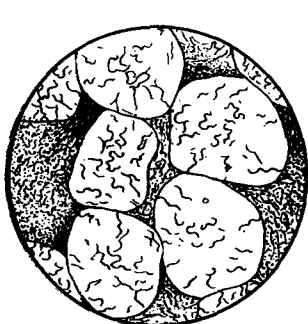


Рис. 10. Клетки картофельного клубня, разваренного под давлением 3 *ати*, взятого из разварника до выдувания.

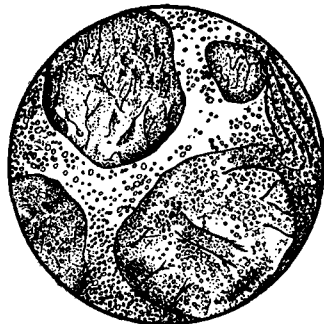


Рис. 11. Клетки разваренного под давлением картофеля, взятого после выдувания; большая часть клеток разорвана ($\times 403$).

клубня, разваренного под давлением 3 *ати*, раздулись и приняли шарообразную форму. Взаимная связь между ними в сильной мере нарушилась. Растворившиеся под действием высокой температуры вещества частично диффундировали из клеток и заполнили межклеточные пространства.

Клубни разваренного картофеля находятся в размягченном состоянии, но большей частью еще сохраняют свою форму. Разрушение клубней происходит во время выдувания, которое сопровождается разрывом клеток вследствие образования внутри их пара по причине быстрого падения давления. На рис. 11 показано состояние клеток после выдувания картофеля. Клетки еще больше увеличились в объеме. Некоторые из них лопнули и находившийся в них жидкий крахмал выделился в окружающую среду.

Характер морфологических изменений, происходящих при разваривании и выдувании зерна, примерно тот же, что и для картофеля.

Изменение клеточной ткани

Под влиянием воды, температуры и находящихся в сырых материалах кислот при разваривании под давлением происходят многообразные химические процессы, в результате которых составные части сырья претерпевают те или иные изменения.

Клетчатка, именуемая также целлюлозой, является основой растительной ткани и главным материалом клеток. Наряду с целлюлозой в клеточную ткань входят гемицеллюлозы, состоящие в значительной части из пентозанов. Наружные оболочки состоят из этих же веществ в соединении с лигнином, минеральными солями и пр.

Под действием сравнительно невысокой температуры, применяемой при разваривании сырья, целлюлоза существенно не изменяется. Сопутствующие же ей гемицеллюлозы при 130—158° частично гидролизуются и превращаются в растворимые сахара, большинство которых не сбраживается дрожжами. От растворения этих веществ целлюлозный каркас клеток теряет свою жесткость и становится эластичным. Этим и обусловлено уменьшение прочности зерна и картофеля, наблюдаемое во время разваривания.

Наибольший интерес с точки зрения спиртового производства заслуживают изменения пентозанов, так как образующаяся из них ксилоза и арабиноза обладают восстанавливающей способностью. Однако дрожжами эти сахара не сбраживаются. Растворение пентозанов начинается при 2 *ати*. В течение 1 часа разваривания ржи под давлением 3—4 *ати* в раствор переходит до 56—63% пентозанов, а с увеличением давления до 5 *ати* — до 73%. Но с повышением давления пентозы, как и другие сахара, разрушаются в тем большем количестве, чем дольше длится процесс разваривания.

Изменение сбраживаемых сахаров

В сырых материалах содержатся сбраживаемые сахара: сахароза, глюкоза, фруктоза и др. В картофеле имеется в среднем 1,0—1,5% сахара, а в зерновых злаках 2—4%. В клубнях картофеля, хранившихся при низкой температуре, количество сахара увеличивается до

5% и выше. Сахар картофеля состоит из глюкозы и фруктозы и очень малого количества сахарозы. Сахар же зерновых продуктов преимущественно состоит из сахарозы. Во влажном и самосогревающемся зерне значительная часть сахарозы гидролизуется в глюкозу и фруктозу, причем часть сахара расходуется на биохимические процессы, связанные с прорастанием зародыша и жизнедеятельностью микроорганизмов.

Тепловая обработка картофеля и зерна способствует увеличению количества сахара за счет ферментативного и кислотного гидролиза крахмала. При подогревании сырья в предразварниках до 50—70° амилотические ферменты превращают крахмал в декстрины и сахар. Когда температура превышает 70—80°, ферменты инактивируются и действие их на крахмал прекращается. Во время разваривания крахмал частично гидролизуется в сахар под влиянием кислот, которые в небольшом количестве имеются во всех растительных материалах.

Наличие сахара в крахмалистом сырье нежелательно, так как это связано с потерями его во время разваривания. От нагревания в присутствии органических кислот сахароза, мальтоза и другие полисахариды расщепляются на моносахариды. Последние более чувствительны к высокой температуре и уже при 130—150° частично разрушаются и теряют свою восстановительную способность. Потеря сбраживающей и восстановительной способности сахара при нагревании вызывается процессами дегидратации и конденсации, приводящими к глубокому распаду, конечными продуктами которого являются гуминовые вещества и органические кислоты. Глюкоза, манноза и галактоза разлагаются примерно с одинаковой скоростью, фруктоза же в несколько раз быстрее. Особенно неустойчива при нагревании фруктоза.

От длительного нагревания сахарные растворы окрашиваются гуминовыми веществами в желтый и затем коричневый цвет. Глюкоза, ксилоза и другие сахара, вступая в соединение с аминокислотами, образуют при высоких температурах вещества коричневого цвета, называемые меланоидинами, которые не сбраживаются дрожжами.

Сущность этой реакции состоит в том, что карбонильная группа сахара вступает в реакцию с аминной группой кислоты. Меланоидины образуются и при низкой

температуре, но с повышением ее этот процесс значительно ускоряется. Почти все виды сырья спиртового производства содержат нужные для этой реакции компоненты. Наибольшее количество воднорастворимого азота имеется в зерне, которое подвергалось согреванию и плесневению. Поэтому такого рода сырье, во избежание больших потерь сахара, следует подвергать возможно кратковременным воздействиям тепла, как при запаривании, так и разваривании под давлением.

С повышением температуры до 150—170° сахар, теряя воду, превращается в сложное вещество — карамель. Выделяющиеся при этом летучие альдегиды имеют характерный запах, свойственный пригорелым сахарным и крахмальным продуктам. Карамели обладают некоторой восстановительной способностью, но дрожжами не сбраживаются.

Образование меланоидинов и карамелей на практике качественно устанавливается по изменению окраски разваренной массы сырья, которая приобретает сначала светлокоричневый, а затем темнокоричневый цвет. Потемнению разваренной массы способствуют также продукты распада пектиновых веществ, которые имеют темную окраску. Поэтому при хранении и разваривании сырья необходимо избегать всех тех условий, которые способствуют образованию из крахмала новых количеств сахара и расщеплению сложных сахаров в простые.

Вопрос о потерях сахара во время разваривания еще недостаточно изучен. В отношении кукурузного зерна А. Г. Забродским установлено, что степень разрушения сахара зависит не только от продолжительности и температуры нагревания, но и от состояния сахара в сырье. Потери сахара при нагревании водной вытяжки из нормальной и дефектной кукурузы в течение 1 часа при 2, 3, 4 и 5 атм приведены в табл. 4.

Для дефектной кукурузы потери сахара оказались в два раза большими по той причине, что сахар ее на 85% состоял из моносахаридов, менее стойких к нагреванию, тогда как в сахаре нормальной кукурузы было 50% моносахаридов и 50% дисахаридов.

Приведенные данные указывают на необходимость разваривания при возможно низком давлении, особенно тех видов дефектного сырья, которые содержат много сахара в виде глюкозы и фруктозы.

Таблица 4

Данные о потере сахара при нагревании кукурузной вытяжки

Давление (в атм)	Потери сахара			
	нормальная кукуруза		дефектная кукуруза	
	в процентах от началь- ного содер- жания	в процентах к крахмалу	в процентах от началь- ного содер- жания	в процентах к крахмалу
2	12,6	0,70	28,5	1,50
3	15,7	0,83	32,1	1,83
4	17,0	0,92	37,0	2,00
5	21,7	1,30	41,5	2,40

Изменение крахмала

При нагревании до 120—130° под давлением крахмальный клейстер переходит в растворимое состояние. Этого температурного воздействия было бы вполне достаточно для последующего осахаривания крахмала. Однако для разрушения тканей, окружающих и удерживающих крахмал, приходится повысить температуру до 145—158° и выдерживать при этих условиях около 40—50 минут. И действительно, практикой подтверждено, что разваривание цельного зерна при температуре 120—130° в течение длительного срока дает в части полноты извлечения крахмала худшие результаты, чем разваривание при 145—158°. Кроме того, с увеличением давления резко сокращается продолжительность разваривания. Однако применение высокого давления имеет и свои отрицательные стороны, обусловленные потерей сахара и крахмала.

Вопрос о влиянии высокой температуры на разложение крахмала при разваривании до сего времени остался нерешенным. Не вызывает лишь сомнения то, что в процессе разваривания под влиянием органических кислот, содержащихся в сырье, происходит частичный гидролиз крахмала с образованием декстринов (как промежуточных продуктов) и сахара.

Катализаторами гидролитических реакций, происходящих во время разваривания крахмалистого сырья, слу-

жат фосфорная, муравьиная, щавелевая, леулиновая и другие кислоты, которые всегда имеются в том или ином количестве в сырье. Их относительная каталитическая активность по сравнению с соляной или серной кислотой невелика, но все же достаточно для гидролиза крахмала под давлением, особенно фосфорной. Чем выше концентрация органических кислот и температура нагревания, тем больше крахмала гидролизуются в сахар. Одновременно с образованием происходит и частичный распад сахара. Так как константа разложения моносахаридов зависит от тех же факторов, что и гидролиз полисахаридов, то с увеличением концентрации кислоты и температуры потери сахара, а соответственно и крахмала, возрастают. Таким образом, решающее влияние на потери крахмала при разваривании оказывают кислоты как имеющиеся в сырье, так и образовавшиеся при его нагревании.

Условия для гидролиза более благоприятны в дефектном сырье, так как в нем содержится больше кислот и частично разрушена структура клеточных стенок и крахмальных зерен. Поэтому потери крахмала в процессе разваривания будут больше для дефектного сырья.

Точной методики для определения потерь крахмала при разваривании сырья не имеется. Применяющиеся изредка при исследованиях косвенные приемы определения этих потерь, по разности между суммой сбраживаемых веществ в сырье и разваренной массе, весьма сложны и не совсем точны. По этой причине технико-химический контроль процесса разваривания, несмотря на острую необходимость в этом, не получил должного развития в спиртовой промышленности.

По данным ВНИИСП'а, суммарные потери сахара и крахмала при обычном режиме разваривания определяются для картофеля в пределах 1,0—1,5% и для зерна 2,5—3,5%. Установлено также, что время на величину потерь оказывает меньшее влияние, чем температура. Несмотря на сравнительно высокое давление, применяемое для разваривания, все же до 8—13% крахмала остается в массе в нерастворенном состоянии. И лишь в процессе осахаривания и сбраживания этот крахмал превращается в сахар, притом неполностью.

Увеличенные потери крахмала имеют место при так называемом «переваре» сырья, характеризующемся корич-

невой окраской и пригорелым запахом массы. Продукты распада сахаров и их соединений с аминокислотами оказывают неблагоприятное влияние на жизнедеятельность дрожжей, вследствие чего степень сбраживания сахара и выход спирта уменьшаются.

Образование кислых соединений

Нормально сохранившееся зерно и картофель имеют слабокислую реакцию, соответствующую $pH = 6,0 \div 6,2$. Кислая реакция их обусловлена фосфорно-органическими соединениями, белками кислого характера, жирными кислотами и небольшим количеством органических кислот (яблочной, щавелевой и др.).

При нагревании и выдерживании сырья под давлением количество кислых соединений увеличивается, поэтому разваренная масса имеет всегда более кислую реакцию, чем исходное сырье. Объясняется это превращением ряда веществ сырья при высокой температуре. Фосфорная кислота освобождается из ее неорганических и органических соединений (фитина, лецитина и нуклеина). Происходит до некоторой степени гидролитический распад жиров, белков и углеводов. Освободившиеся жирные кислоты, растворяющиеся в небольшом количестве в воде, нейтрализуют щелочные фосфаты (K_2HPO_4) и переводят их в кислые фосфаты (KH_2PO_4). При гидролизе белков выделяются аминокислоты. От распада сахара образуются гуминовые вещества, муравьиная, левулиновая и другие кислоты. Пентозы и метилпентозы при нагревании разлагаются на фурфурол, муравьиную и гуминовую кислоты. В результате гидролиза пектинов и камедей наряду с пентозами получается также галактуроновая, а в некоторых случаях и глюкуроновая кислота. При распаде уроновых кислот образуется фурфурол, который в свою очередь быстро расщепляется на гуминовые вещества и муравьиную кислоту.

В сырье, подвергавшемся самосогреванию и гниению, количество кислых продуктов значительно увеличивается за счет превращения микроорганизмами углеводов в молочную, уксусную, масляную и другие кислоты. Чем больше начальная кислотность сырья, тем разнообразнее и глубже гидролитические реакции, которые протекают при разваривании.

С увеличением давления кислотность разваренной массы сырья прямолинейно возрастает (табл. 5).

Таблица 5

Изменение кислотности при разваривании кукурузы под давлением (по А. Г. Забродскому)

Давление (в <i>ати</i>)	Температура (в градусах)	Кислотность 100 г сухого вещества (в градусах)	
		нормальная кукуруза	дефектная ку- куруза IV степени
0,0	100,0	2,5	6,2
1,0	119,6	3,2	7,5
2,0	132,9	3,8	8,2
3,0	142,9	4,5	8,8
4,0	151,1	6,2	10,5
5,0	158,1	7,0	12,5

Образование в процессе разваривания значительных количеств кислых соединений является весьма нежелательным обстоятельством, так как оно влечет за собой усиление гидролитических реакций, сопровождающихся еще большим превращением крахмала в сахар и распадом последнего. Кроме того, чем больше кислотность разваренной массы сырья, тем больше инактивируется амилаза солода в процессе затираания и осахаривания, что в конечном счете отражается на степени сбраживания углеводов и выходе спирта.

Изменение азотистых, жировых и других веществ

При обработке водой муки или картофельной каши в раствор переходят так называемые воднорастворимые белковые вещества, которые при нагревании до $80-100^\circ$ коагулируют в виде хлопьев. Вследствие этого в первой стадии разваривания количество растворимых азотистых веществ уменьшается. Во второй стадии разваривания,

когда температура повышается от 100 до 158°, количество переходящего в раствор азота заметно увеличивается. По данным ВНИИСП'а, при обычном режиме разваривания в раствор переходит от 20 до 50% азота, содержащегося в зерне. Часть азотистых веществ под действием кислот и температуры гидролизуются до амидов, которые являются хорошим питательным материалом для дрожжей.

Жиры в процессе разваривания изменяются очень мало, так как температура в 140—158° недостаточна для расщепления глицеридов. Поэтому при разваривании образуется небольшое количество жирных кислот. По исследованиям Киевского филиала ВНИИСП'а, около 90—95% жировых веществ, содержащихся в зерне, выйдут из процесса разваривания без существенных качественных изменений.

Происходящий под действием высокой температуры распад пектиновых, гумиобразных и слизистых веществ, обуславливающих вязкость разваренной массы, приводит к уменьшению вязкости заторов, что наблюдается при увеличении давления и продолжительном разваривании сырья. Сбраживание жидких и подвижных заторов происходит быстрее, чем густых и малоподвижных. Поэтому степень сваренности массы надо определять по состоянию не только крахмала, но и тех веществ сырья, которые придают ей вязкие свойства.

Экстрактивные вещества растворяются в воде и при низкой температуре, но с повышением ее до 140—150° в раствор переходит тем больше веществ, чем дольше продолжается разваривание. Количество воднорастворимых экстрактивных веществ для нормального зерна обычно не превышает 8—10%. При нагревании же его с водой в течение 60—90 минут под давлением 4 *ати* в раствор переходит до 15—20% указанных веществ. Особенно много (до 30—35%) переходит в раствор экстрактивных веществ при разваривании дефектного сырья, испорченного в результате самосогревания и других обстоятельств. Под влиянием биохимических процессов составные части сырья в этом случае претерпевают столь существенные изменения, что при нагревании под давлением они легко и в большом количестве переходят в раствор. Из этого следует, что дефектное сырье необходимо разваривать при более низком давлении.

Чрезмерное растворение несахаристых веществ нежелательно, так как это ухудшает свойства заторов, которые сбраживаются тем хуже, чем ниже их доброкачественность.

ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ ВЫДУВАНИИ И ВЫДЕРЖИВАНИИ МАССЫ

Почти готовая масса сырья давлением пара вытесняется из разварника в выдерживатель для окончательного доваривания. Этот процесс называется *выдуванием*.

Во время разваривания клубни картофеля и зерновых злаков настолько размягчаются и утрачивают свою прочность, что значительная часть их клеточной ткани разрывается и крахмал освобождается от связи с ними. Этому, помимо температуры, способствует циркуляция, во время которой происходит перемешивание сырья и некоторое его измельчение от трения и раздавливания.

Однако к концу разваривания остается не только много нескрытых клеток, но и много клубней или зерен, которые сохраняются целыми. Разрушение тех и других должно произойти при выдувании, основная цель которого заключается в превращении разваренного сырья в однородную массу. Достигается это за счет взрывного действия пара, образующегося в результате резкого перепада давления и механического раздавливания и растягивания в выдувной коробке, где масса проходит через узкую щель клапана.

Выдувание, вследствие разности давления в разварнике и окружающей среде (3—4 *ати*), сопровождается испарением около 10% воды, содержащейся в разварнике. Образование пара внутри клеток приводит к разрыву тканей и целых клубней и зерен.

Окончательное доваривание сырья происходит медленно в выдерживателе при температуре 105—107° и давлении 0,3—0,5 *ати*. Выдерживание массы в течение 40—70 минут при указанном режиме имеет целью доваривание тех частиц сырья, которые уцелели во второй стадии тепловой обработки.

Ранее уже указывалось, что в готовой разваренной массе содержится до 8—13% нерастворенного крахмала, а нередко попадают мелкие куски и обрывки клубней

и зерен. Разрушение ткани и освобождение крахмала происходит по слоям. Эти процессы протекают по мере проникновения воды и тепла вглубь зерна.

Схематически этот процесс изображен на рис. 12, на котором показаны изменения формы и величины зерна

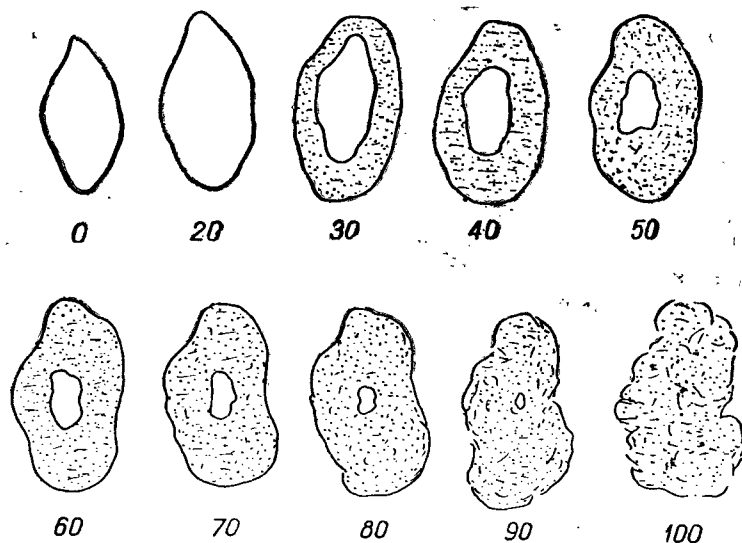


Рис. 12. Последовательность разваривания зерна под давлением (продолжительность процесса указана в минутах).

через каждые 10 минут разваривания. Набухание зерна и связанное с ним поглощение воды и уменьшение прочности ткани длится примерно 20 минут. За этот промежуток времени температура в разварнике повышается с 75—90° до 115—125°. В следующие 10 минут, когда температура достигает 130—140°, происходит растворение крахмала и других веществ в наружных слоях зерна с образованием вокруг центральной его части слоя гидратированного крахмала. Спустя еще 10 минут, в течение которых температура повышается до 140—148°, растворение и разрушение ткани несколько подвигается к центру зерна. Так как теплоемкость крахмалистой полужидкой массы, окружающей твердую часть зерна, невелика, то вода и тепло проникают медленно и только через

90—100 минут растворяются и распадаются последние небольшие крупинки эндосперма.

Из сказанного видно, что первая стадия разваривания, т. е. набухание и размягчение зерна, идет довольно быстро. Во второй стадии в раствор переходят наиболее легко растворимые вещества зерна и разрушаются его наружные слои. По мере того как вокруг эндосперма образуется клейстерообразная масса, скорость проникновения тепла замедляется. Поэтому третья стадия разваривания характеризуется особенно медленным распадом тканей зерна. Наибольшей устойчивостью обладают оставшиеся небольшие частицы, которые окружены слоем разваренной массы, защищающей их от воздействия воды и температуры. На окончательное разваривание мелких частиц величиной 1—2 мм затрачивается до 30% времени, причем температура и давление в этот период достигают наивысшего предела.

Таким образом, интенсивность разваривания явно замедляется в конце процесса. Потери сахара и крахмала, надо полагать, происходят преимущественно под конец разваривания, когда температура наиболее высокая. В это время почти все количество крахмала находится в растворе, а небольшая часть его под влиянием кислот гидролизуются в сахар. Действительно, практики особенно опасаются «перевара» в последние 5—10 минут, когда в массе остались отдельные частицы сырого продукта, которые необходимо еще доварить. В этих случаях поверхностные слои зерна обладают признаками перевара, внутренняя же его часть недоварена.

Так протекает разваривание, когда оно совершается в одну ступень, по периодической схеме. При ступенчатом разваривании, свойственном полунепрерывному способу, доваривание производится при температуре, не превышающей 105—107°. Уцелевшие во время разваривания и выдувания очень небольшие частицы сырья и не растворившийся крахмал имеют возможность в течение длительного периода поглотить недостающую им воду и оклейстеризоваться. Хотя крахмал при этом не растворяется, но он превращается в клейстер, поддающийся осахариванию.

Практикой установлено, что каждые 10 минут выдерживания массы при 0,5 атм соответствуют 1 минуте разваривания при 4—5 атм. Так как при этом давлении по-

тери сахара и крахмала мало вероятны, то доваривание массы в выдерживателе имеет в этом отношении преимущество перед обычным способом разваривания.

Происходящие в выдерживателе процессы пока еще не изучены, и это лишает возможности более подробно осветить их в данной книге. Однако, на основании изложенного, все же представляется определенный вывод о том, что ступенчатое разваривание сырья по сравнению с обычным способом имеет явные преимущества, так как при более мягком температурном режиме потери сбраживаемых углеводов должны быть меньше, особенно при переработке дефектного сырья.

В этом и заключается особенность третьей ступени разваривания в выдерживателе, где вскрытые и измельченные при выдувании частицы сырья довариваются в более мягких температурных условиях, без опасности перевара основной массы крахмала.

ГЛАВА III

ПРОЦЕССЫ ПРИ ОСАХАРИВАНИИ

Превращение крахмала в сахар может быть осуществлено химическим и ферментативным методами. По первому методу крахмал кипятят под давлением со слабыми растворами минеральных кислот, в результате чего образуется сахар-глюкоза. По ряду причин этот метод в спиртовой промышленности не принят, но он применяется в других отраслях народного хозяйства, например, в крахмало-паточной промышленности для получения глюкозной патоки. По второму методу крахмал можно превратить в сахар действием ферментов, содержащихся в различных растительных материалах и плесенях. Наиболее богаты такими ферментами прорастающие семена растений.

В спиртовом производстве применяется ферментативный метод осахаривания. В качестве материала, содержащего требуемые ферменты, употребляется, главным образом, зеленый солод, приготовляемый из ячменя, проса, овса, ржи и чумизы. Применяются для этой цели также ферменты плесеней, например, *Aspergillus oryzae*.

При ферментативном распаде крахмала получается 75—80% мальтозы и 20—25% смеси промежуточных продуктов сложного состава, называемых декстринами. Мальтоза легко сбраживается дрожжами на спирт; декстрины же, как и крахмал, непосредственно дрожжами не сбраживаются и требуют дополнительного осахаривания. В условиях спиртового производства осахаривание декстринов в основном происходит в третьей стадии брожения, когда большая часть мальтозы уже сброжена, т. е. в период дображивания. Этот процесс имеет большое значение с точки зрения достижения наибольшего

выхода спирта из крахмала. Поэтому весьма важно, чтобы осахаривающие ферменты сохраняли свою активность до конца брожения.

Для превращения крахмала в сахар с наименьшими потерями требуется, чтобы сырье развариванием было хорошо подготовлено к осахариванию и стало доступным действию ферментов солода. Кроме того, необходимо, чтобы ферменты солода обладали высокой активностью и сохраняли ее до конца брожения.

ФЕРМЕНТЫ СОЛОДА

Несмотря на то, что солод издревле применялся как материал для осахаривания крахмала, природа его действия долгое время не была достаточно изучена. Только в XIX ст. многие исследователи начали глубоко и всесторонне изучать природу осахаривающего действия солода. В 1814 г. впервые в Российской Академии наук было установлено, что вытяжки из проросшего ячменя способны осахаривать крахмал. Из вытяжек солода было осаждено вещество, осахаривавшее крахмал и названное диастазом.

Исследователи и практики спиртового производства установили, что солод обладает разжижающей и осахаривающей способностью, причем эти два свойства претерпевают различные изменения под действием температуры и кислот. Высокая температура больше всего отрицательно действует на осахаривающую способность солода, а кислотность — на разжижающую. Было также замечено различие в действии диастаза, полученного из непроросшего ячменя и проросшего, т. е. солода. Это наводило на мысль, что диастаз не представляет собой единого фермента, а является смесью двух компонентов. Еще было выяснено, что температурный оптимум действия диастаза ячменя равен 45—50°, а диастаза солода 50—55°. Ячменный диастаз при действии на крахмал не вызывает значительных разрушений его зерен. Осахаривание протекает медленно. Этот диастаз назван диастазом перемещения или транслокационным. Диастаз же, полученный из солода, более глубоко разрушает крахмальные зерна, как бы «разъедая» их, образуя в них каналы. Солодовый диастаз был назван диастазом выделения или секретционным. Позднейшими исследованиями

было установлено, что один из компонентов диастаза при осахаривании крахмала образует β -мальтозу, в связи с чем этот фермент был назван β -амилазой. Вторым же компонентом дает α -мальтозу и поэтому назван α -амилазой.

В солоде, полученном при проращивании зерна, содержатся оба вида амилазы. В процессе солодоращения в солоде увеличивается содержание β -амилазы в свободном состоянии. Динамика накопления α -амилазы еще достаточно не изучена.

В последние годы отечественные ученые достигли значительных успехов в деле изучения ферментов солода и природы их действия на крахмальную молекулу. Установлено, что действие α -амилазы выражается в разрушении молекул амилозы и амилопектина на отдельные высокомолекулярные части, называемые декстринами. При этом α -амилаза обладает способностью разрывать связи в молекулах крахмала в любом месте. В результате действия α -амилазы образуется мало редуцирующих веществ и наблюдается разжижение крахмального клейстера.

β -амилаза способна полностью осахаривать амилозу и получаемые из нее декстрины; амилопектин же осахаривается ею на мальтозу и декстрины в соотношении 54 и 46%. β -амилаза разрывает связи только в ответвлениях молекулы амилопектина и прекращает свое действие, дойдя до точек разветвления.

Таким образом, осахаривание крахмала в производстве происходит в результате совместного действия α - и β -амилазы. Однако даже при совместном их действии крахмал до конца не расщепляется, а образуется остаток, недоступный для этих ферментов.

Д. Н. Климовский и В. И. Родзевич, занимаясь изучением этого остатка, нашли, что при расщеплении амилопектина остаются фосфодекстрины, которых α - и β -амилаза неспособны осахаривать. По их данным, количество указанных декстринов равно 5—8% от веса крахмала.

Чтобы могло произойти осахаривание фосфодекстринов, требуется предварительно освободить их от фосфорной кислоты, с которой они связаны. Д. Н. Климовский и В. И. Родзевич установили, что для полного осахаривания крахмала, кроме α - и β -амилазы, необходим еще третий фермент — декстринофосфатаза, названный сокращенно декстриназой, который способен разрывать эту

связь. Для определения активности ферментов солода предложен метод, сущность которого заключается в расчленении ферментативной способности солода на амилолитическую способность, выражающую активность α - и β -амилазы, и на декстринолитическую, выражающую активность декстринофосфатазы. Амилолитическая способность (АС) измеряется количеством граммов крахмала, расщепленного в неокрашиваемые иодом декстрины одним граммом солода в течение одного часа при 30°. Декстринолитическая способность (ДС) измеряется количеством миллиграммов фосфодекстринов, осахариваемых в мальтозу одним граммом солода в течение одного часа при 30°. По данным Д. Н. Климовского и В. И. Родзевич, АС и ДС зеленого солода различного происхождения составляют (табл. 6):

Таблица 6

Данные о величине АС и ДС солода из различных культур

Вид солода	АС (в г/г час)	ДС (в мг/г час)
Ячменный	0,9— 8,6	6—28
Овсяный	1— 6,5	9—84
Ржаной	1,5—10,0	18—40
Просяной	0,4— 3,5	20—92

Из табл. 6 видно, что для более полного осахаривания крахмала сырья целесообразно применять смеси солодов — ячменного, просяного и овсяного, что в производстве давно практикуется.

В последнее время на Украине начали широко применять в качестве солодового материала чумизу. Чумизный солод обладает высокой декстринолитической активностью.

По данным З. А. Раева, ДС чумизного солода выражается в 92—98 условных единицах. Применение этого солода в смеси с ячменным обеспечивает более глубокое выбраживание декстринов.

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ФАКТОРОВ НА ФЕРМЕНТЫ СОЛОДА

При изучении и выборе оптимального режима осахаривания крахмалистого сырья необходимо руководствоваться зависимостью активности ферментов солода от разных факторов — температуры, кислотности, pH и др. Многие исследователи изучали влияние этих факторов на процесс осахаривания и на активность ферментов солода. Ниже вкратце изложены основные сведения, имеющие по данному вопросу.

Влияние температуры

Оптимальная температура для действия амилолитических ферментов солода определяется следующими закономерностями. С повышением температуры ускоряется процесс осахаривания, однако при высокой температуре происходит инактивация ферментов. Температурный оптимум зависит, кроме того, от pH, состава среды и пр. Оптимальной температурой считается та, при которой реакция осахаривания крахмала идет наиболее быстро при наибольшем сохранении активности ферментов. Температурный оптимум для амилаз разного происхождения неодинаков. По данным польского ученого Хржонца, для диастаза разных видов солода при pH среды, равном 4,9, наблюдаются следующие оптимальные температуры (в градусах):

ячменная амилаза	49—55
овсяная „	51—53
просяная „	58—59

При более высоких температурах начинается инактивация амилазы. По данным упомянутого исследователя, водные солодовые вытяжки теряют 50% своей активности от нагревания в течение часа при следующих температурах (в градусах):

ячменная амилаза	61—62
овсяная „	65—66
просяная „	65—66

Опытами З. К. Ашкингузи установлено влияние температуры на амилазу солодового молока. При температуре 55° в течение 60 мин. терялось 12% осахаривающей способности амилазы, а при 60° — 55%. С уменьшением

продолжительности воздействия температуры до 30 мин. эта потеря снижалась всего на 7%. Следовательно, температура в значительно большей степени действует на амилазу, чем продолжительность выдерживания.

Академик А. И. Опарин установил, что причиной инактивации амилазы при нагревании солодовых вытяжек является коагуляция белков, которые при этом частично или полностью адсорбируют фермент из раствора. Если же среда, в которой находится амилаза, содержит сахар или пептон, то они препятствуют коагуляции белков при высокой температуре и этим самым защищают амилазу от инактивации. Опытными данными академика А. И. Опарина и С. М. Манской доказано, что с увеличением концентрации сахара уменьшается коагуляция белков. Благодаря этому при нагревании лучше сохраняется активность амилазы. Этим объясняется защитное действие углеводов в отношении амилазы. Поскольку разваренная масса и сладкий затвор содержат крахмал, декстрины и сахара, то здесь высокая температура менее опасна для амилазы, чем в водных растворах.

Влияние кислотности

Кислотность среды имеет столь же большое влияние на амилазу, как и температура. По исследованиям многих авторов, оптимальная зона рН для действия амилазы находится в пределах 4,7—5,1. При изучении влияния рН отдельно для α - и β -амилазы установлено, что для первой оптимум равен примерно 6,0, а для второй — 4,8. Инактивирующее действие рН усиливается с повышением температуры. При рН ниже 2,3 и выше 9,7 амилаза полностью прекращает свое действие. По исследованиям А. И. Опарина и Курсанова, инактивация амилазы под действием кислотности может быть предупреждена добавлением в среду пептона. Но это относится только к зоне рН 3,5—6,2. За пределами этого интервала добавление пептона не может защитить амилазу от кислотного инактивирования.

Естественная кислотность сладких затворов из разных видов сырья колеблется от 0,15 до 0,3°, что в среднем соответствует $\text{pH} = 5,2 \div 5,6$. Такая кислотность благоприятна для разжижающего действия амилазы, для которой

при 65° оптимум рН составляет 5,4—5,8. Оптимальной же зоной рН для осахаривания, как упомянуто выше, является 4,7—5,1, а для сохранения активности амилазы — 5,9—6,0.

Оптимальные условия осахаривания

При выборе режима осахаривания в производственных условиях надо руководствоваться не только температурой, но и продолжительностью ее действия, а также способом задачи солодового молока. В Киевском филиале ВНИИСП'а изучались разные режимы осахаривания применительно к условиям полунепрерывной технологической схемы.

Проверялись одноступенчатый и двухступенчатый методы осахаривания. По первому методу солодовое молоко полностью задавалось в разваренную массу в один прием и осахаривание происходило в течение 45—50 мин. при температурах 56—60°.

По второму методу солодовое молоко задавалось в два приема и осахаривание происходило в две ступени. В первой ступени к разваренной массе добавлялось 10% от всего предназначенного количества солодового молока и поддерживалась температура 68—70° в течение 10 мин. Во второй ступени задавалось остальное количество солода и осахаривание происходило при температуре 59—60° в течение 10 и 2 мин. В табл. 7, составленной на основании работ З. К. Ашкингузи и З. А. Раева, приведены показатели осахаривания и брожения, по которым можно иметь представление о преимуществе того или другого метода. Данные приведены в процентах к показателям контрольных затворов, которые осахаривались при температуре 55—56° в течение 20 мин., а затем при температуре 60° в течение 10 мин.

Полученные результаты показали, что в сладких затворах, осахаренных по двухступенчатому методу, лучше сохранилась активность амилолитических ферментов солода. По этому же методу получен и больший выход спирта. Однако степень осахаривания крахмала и соотношение мальтозы и декстринов были худшими, чем в контроле. Следовательно, обычное представление о связи между М : Д и выходом спирта не применимо в условиях двухступенчатого осахаривания, где продолжительность этого процесса сокращена в 5—6 раз по сравнению с пе-

Таблица 7

Показатели заторов и бражек при разных методах осахаривания

Показатели	Контроль	Методы осахаривания					
		одноступенчатый			двухступенчатый		
Температура осахаривания (в градусах) . . .	55—56 ¹ и 60 ¹	56—57	57—58	59—60	68—70 ² 59—60 ³	68—70 ² 59—60 ³	
Продолжительность (в минутах)	20 и 10 ¹	45—50	45—50	45—50	10 10	10 ² 2 ³	
I. Показатели сладкого затора							
Диастатическая способность	100 %	106,5	103,9	69,3	113,3	117,3	
Декстринолитическая способность	100 %	128,4	103,2	79,4	148,9	166,6	
Степень осахаривания крахмала по количеству образовавшейся мальтозы	100 %	103,7	107,0	105,9	90,7	73,8	
Степень осахаривания по количеству М+Д	100 %	101,4	104,3	104,2	97,1	90,8	
М:Д	2,7:1	2,9:1	2,9:1	2,8:1	2,2:1	1,5:1	
II. Показатели брожения							
Выход спирта	100 %	100,3	100,0	99,4	100,8	101,5	
Несброженные сахара							
М+Д (в пересчете на глюкозу)	100 %	95,3	98,8	103,0	92,4	87,2	
декстрины	100 %	94,6	97,3	121,3	92,0	85,3	

риодической схемой. Поэтому основным показателем для оценки качества затора должна считаться его осахаривающая способность.

¹ При 55—56° осахаривание продолжалось 20 мин., а затем при 60° — 10 мин. при задаче солода в один прием.

² В первой ступени.

³ Во второй ступени.

Чтобы выяснить влияние сокращения времени осахаривания на микрофлору сладких заторов, была проверена степень их стерильности способом самоброжения по нарастанию кислотности после 48 часов брожения. Осахаривание велось неантисептированным и антисептированным солодовым молоком. Полученные данные приведены в табл. 8.

Таблица 8

Нарастание кислотности при разных методах осахаривания (в градусах)

Метод осахаривания	Режим осахаривания		Кислотность (в градусах)	
	температура (в градусах)	продолжительность (в минутах)	неантисептированное солодовое молоко	антисептированное солодовое молоко
Контроль . . .	55—56 60	20 10	0,45	0,18
Одноступенчатый	56—57	45—50	0,55	0,24
	57—58	45—50	0,45	0,14
	59—60	45—50	0,33	0,04
Двухступенчатый	I ступень .	10		
	II ступень .	10	0,31	0,11
	I ступень .	10		
	II ступень .	2	0,57	0,11

Степень стерильности, в первую очередь, обусловливается температурой, что видно из сравнения трех режимов одноступенчатого метода осахаривания, где при одинаковой продолжительности процесса изменялась только температура. Влияние времени на стерильность затора видно из сравнения режимов двухступенчатого метода.

При антисептировании солодового молока, которое обязательно при любом режиме осахаривания, двухминутная продолжительность осахаривания не отражается на кислотности зрелой бражки, что и наблюдается на практике.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что главным фактором, определяющим результат брожения, является не количество мальтозы, образовавшейся в заторе, а его диастатическая и декстринолитическая способности. При переходе от одноступенчатого метода осахаривания к двухступенчатому декстринолитическая способность увеличивается значительно, чем диастатическая способность. Это свидетельствует о том, что увеличение продолжительности осахаривания более резко сказывается на ухудшении декстринолитической способности затора.

В свете исследований Д. Н. Климовского и В. И. Родзевич о роли декстриназы в осахаривании конечных декстринов становится понятным, почему от сокращения срока осахаривания при температуре 59—60°, при двухступенчатом методе, улучшаются результаты брожения.

Сокращение продолжительности осахаривания во второй ступени обеспечивает лучшие условия сохранения активности ферментов.

ГЛАВА IV

НОВАЯ АППАРАТУРА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗВАРИВАНИЯ И ОСАХАРИВАНИЯ

К новому, ранее не применявшемуся на спиртозаводах, оборудованию относится предразварник, выдерживатель, непрерывно действующий осахариватель I ступени, трубчатый и цилиндрический осахариватели II ступени, теплообменник, дозаторы жидких продуктов и терморегулирующие приборы.

ПРЕДРАЗВАРНИК

В предразварнике происходит подогревание сырья до температуры 60—90° и поглощение им воды. Оба эти процесса ускоряют последующее разваривание сырья. Кроме того, предразварник выполняет роль мерного бункера.

Температура картофеля, прошедшего через мойку, и зерна обычно колеблется зимой от —10 до +10°, а летом от 15 до 25°. Таким образом, в предразварнике сырье должно нагреваться в среднем на 50—65°. Для этой цели используется пар, образующийся при выдувании массы из разварников, циркуляционный пар и теплая отработанная вода.

Для разваривания зерна важное значение имеет предварительное поглощение воды и связанное с ним набухание. Такая подготовка зерна способствует более полному растворению составных веществ зерна и позволяет вести разваривание при более низком давлении.

Предразварник представляет собой цилиндрический сосуд с коническим дном, емкость которого равна емкости разварника. Сырье в предразварнике подогревается паром

через рубашку со щелями, размещенную вокруг конусной части аппарата, либо через парораспределительные трубы, соединенные с паровой камерой.

Предразварник первого типа (рис. 13) применен на спиртозаводах, где впервые была внедрена полупрерывная схема производства (Городищенском, Мирощком и др.). Состоит он из цилиндрического корпуса 1, верхней конической крышки 2 и конического дна 9, заканчивающегося герметически закрывающимся разгрузочным люком 8. В центре верхней крышки имеется люк, служащий для загрузки сырья, закрываемый крышкой 3. Штуцер 4 предназначен для отвода несконденсировавшегося пара, а штуцер 5 — для подачи в предразварник горячей воды. Вокруг конического дна имеется кольцевое пространство 12, в которое через

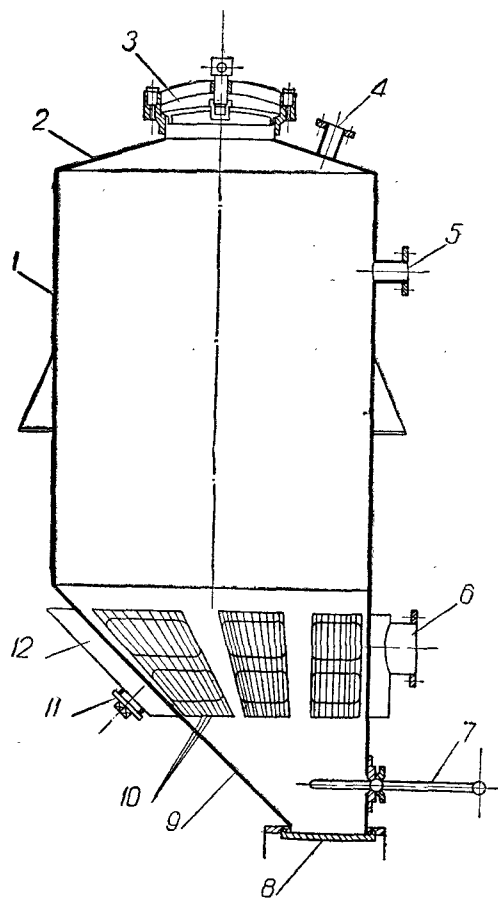


Рис. 13. Предразварник с паровой рубашкой в конусной части.

патрубок 6 подводится пар. Для чистки его устроен люк, закрывающийся крышкой 11. Пар из кольцевого пространства попадает внутрь предразварника через щели 10 шириной в 2 мм, образуемые металлическими пластин-

ками, перекрывающими широкие отверстия в стенке конического дна. Щели способствуют распределению пара и препятствуют попаданию зерна в кольцевое пространство. Цилиндрический корпус и конусное дно соединены так, что облегчается сползание сырья к люку. На случай залегания картофеля в конусной части предразварника устроен рычаг 7, которым можно ворошить клубни во всех направлениях с помощью шарнира, проходящего через гнездо, уплотненное сальником.

Описанный первый образец предразварника в эксплуатационном отношении имеет ряд недостатков из-за неудачного парораспределительного устройства. Подогревание картофеля в этом предразварнике происходит неравномерно: в нижней части конуса, где скапливается горячая конденсационная и плодовая вода, клубни развариваются, а в верхней части они лишь слабо нагреваются. При выгрузке разваренный картофель плотно ложится в конусе разварника, что затрудняет проход пара в верхние слои, а это приводит к неравномерному развариванию всей массы картофеля.

На рис. 14 изображен предразварник с внутренними парораспределительными трубами. Этот тип предразварника имеет ту же форму и те же люки и штуцеры: на крышке — для выпуска несконденсировавшегося пара и сбоку корпуса — для набора воды.

Паровая камера 1 устроена под верхней крышкой. Поступающий в нее по штуцеру 2 пар опускается по четырем трубам 3 до нижней линии цилиндрического корпуса предразварника. Концы труб состоят из колец 4 с коническими торцами, приваренными к ребрам 5. Кольца образуют щели 6, направленные вниз под углом 45°. Кольцевые щели шириной сверху в 1 мм постепенно уходят к низу до 20 мм. Снизу трубы открыты. Такое выполнение греющих поверхностей обеспечивает более равномерное распределение пара в массе сырья.

Равномерный спуск сырья из предразварника достигается с помощью заслонки, расположенной над герметическим затвором. Для отключения от паровой линии на трубопроводе возле предразварника устанавливается задвижка или вентиль.

В табл. 9 приведена основная характеристика предразварников № 2 и 3, соответствующих этим же номерам разварников.

Таблица 9

Характеристика предразварников

Показатели	Единица измерения	№ предразварника	
		2	3
Объем	м ³	4	5
Вес	кг	1000	1150
Диаметр цилиндрического корпуса .	мм	1500	1600
Высота			
верхнего конуса	„	250	300
нижнего „	„	1202	1300
цилиндрического корпуса . . .	„	1800	2100
Диаметр штуцеров:			
для входа пара	„	216	273
„ выхода пара	„	76	76
„ набора воды	„	76	76
Диаметр парораспределительных труб	„	108	108
Длина парораспределительных труб	„	1700	1800

Нижний люк предразварника закрывается герметическим затвором, не пропускающим воду (рис. 15). Фланцем 1 затвор приварен к коническому дну предразварника. Через прямоугольные отверстия во фланце сверху вниз установлен кронштейн 2, прикрепленный к нему болтами. В круглые отверстия концов кронштейна вставлен валик 3, на наружном конце которого укреплен рычаг 13. Средняя часть валика, имеющая квадратное сечение, проходит через квадратные отверстия в концах петли 12. К петле посредством стойки 10 и кольца 11 шарнирно укреплен диск 4, закрывающий отверстие люка. На стороне фланца, противоположной кронштейну 2, установлена стойка 6, в которую вставлен эксцентриковый валик 15. На конце этого валика укреплена рукоятка 14, а на эксцентрике надета собачка 9 с противовесом 7. Для предохранения от соскакивания собачки

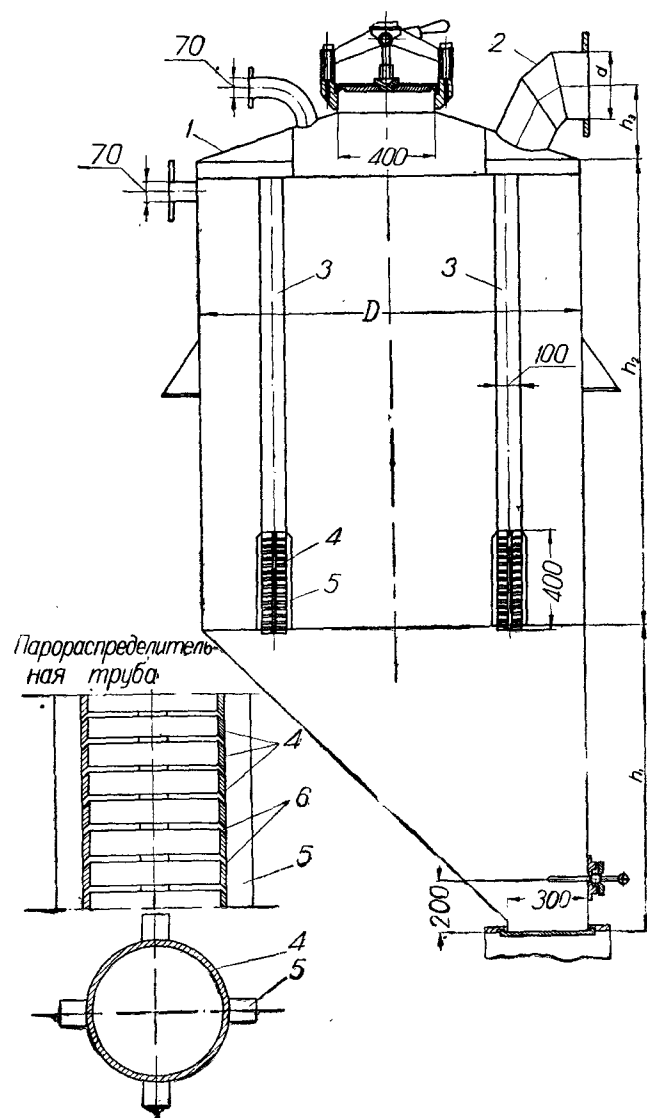
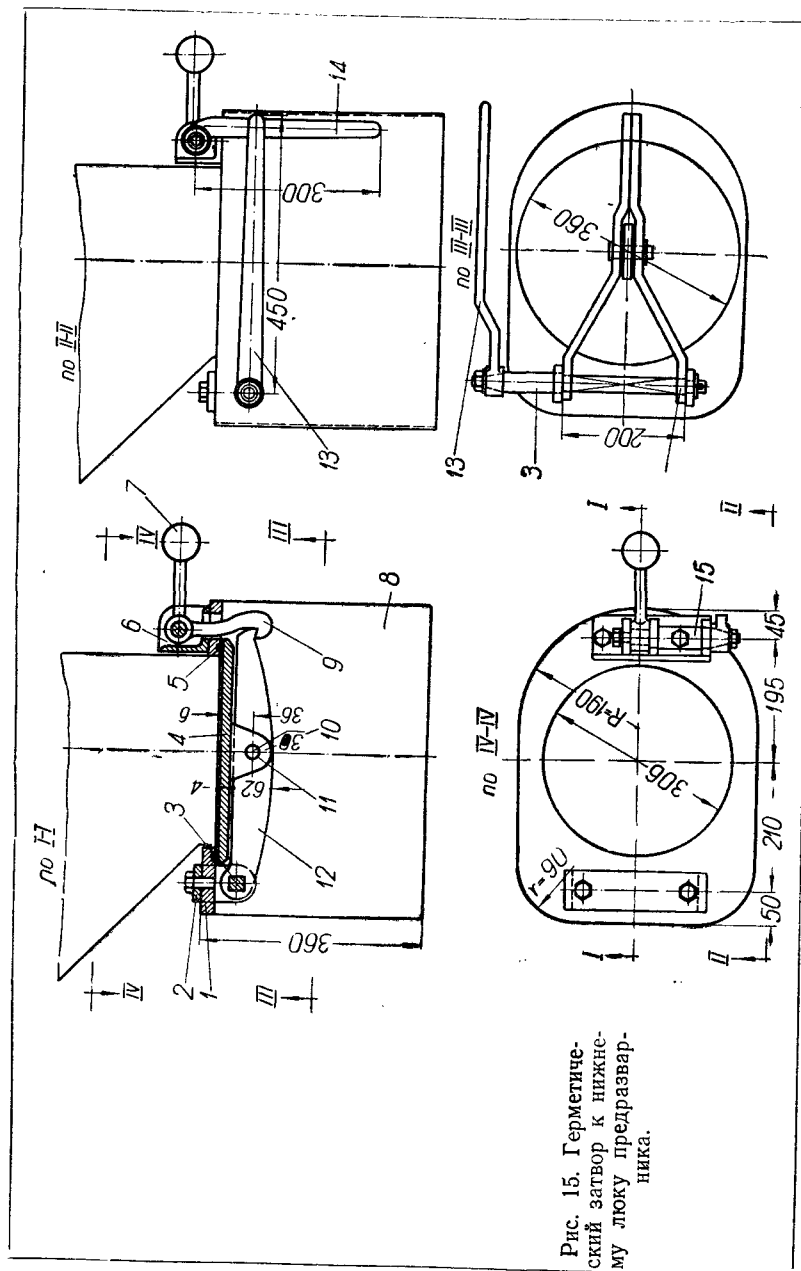


Рис. 14. Предразварник с внутренними парораспределительными трубами.



с петли выступ собачки имеет уклон, как показано на рис. 15. Такой же уклон имеет свободный конец петли.

Уплотнение диска 4 с фланцем 1 достигается с помощью квадратной резины, вставляемой в паз 5, проточенный на фланце. Разбрызгивание продукта при выгрузке предразварника предупреждается кожухом 8.

При горизонтальном положении рычага 13 люк закрыт, собачка защелкивает петлю 12 и при поворачивании рукоятки 14 вниз эксцентрик валика 15 при помощи собачки подтягивает диск 4 к фланцу 1. Для разгрузки предразварника поворачивают рукоятку 14 кверху и легким ударом руки по противовесу 7 сбрасывает собачку с конца петли, в результате чего диск принимает вертикальное положение и люк открывается.

РАЗВАРНИК

В разварнике при давлении 4,0—5,0 ати периодически происходит разваривание сырья и измельчение его при выдувании. Описание разварника опускается, так как оно приведено в ряде руководств.

Разварник обычной конструкции (рис. 16) дополняется следующими деталями. На высоте 700—800 мм от нижнего фланца устанавливается пробоотборник, изображенный на рис. 17. Пробоотборник, установленный на стенке разварника 1, состоит из двух кранов. Для отбора пробы

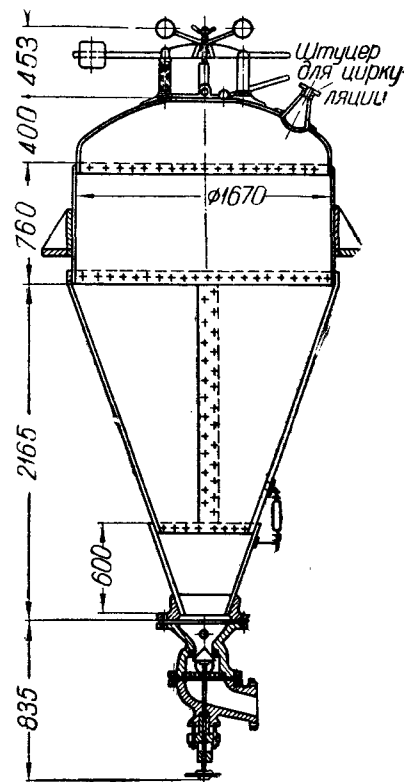


Рис. 16. Разварник.

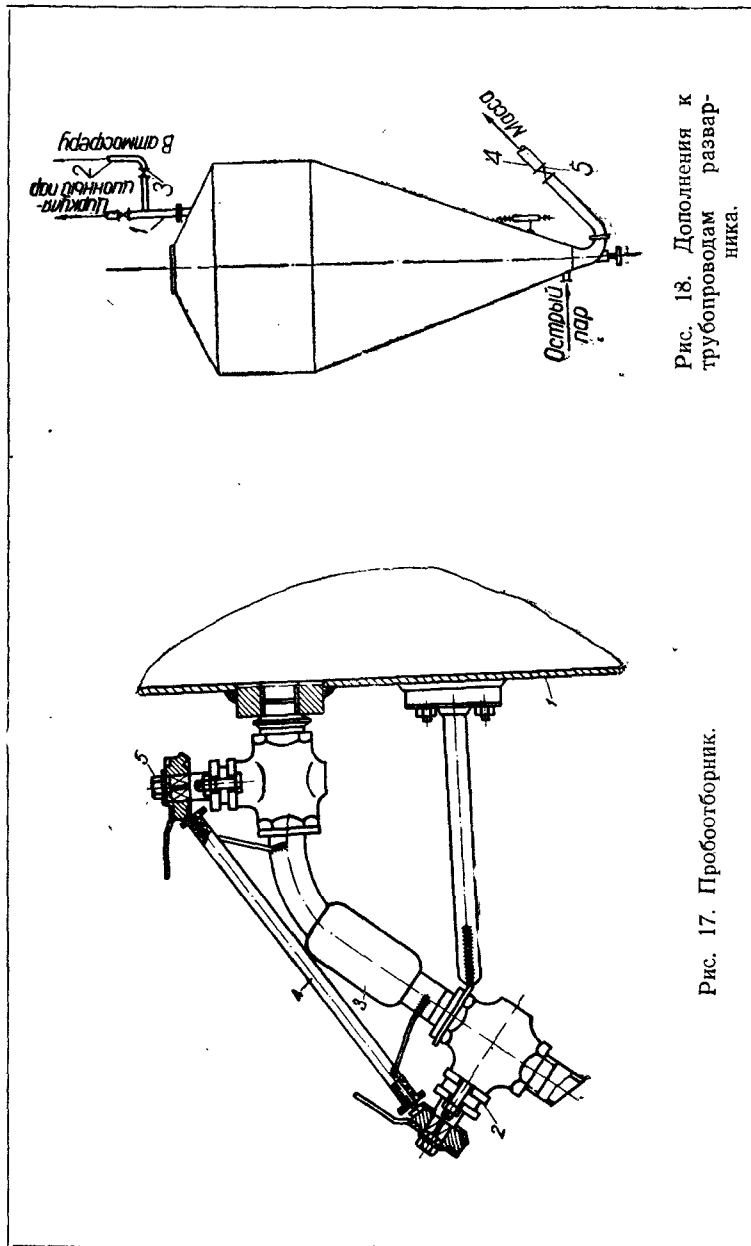


Рис. 18. Дополнения к трубопроводам разварника.

Рис. 17. Пробоотборник.

сперва открывают верхний кран 5. Когда баллон 3 заполнится массой, верхний кран 5 закрывают, а нижний кран 2 открывают и спускают массу в узкий сосуд цилиндрической формы. Стержень 4 предохраняет от одновременного открывания двух кранов. Без этого устройства нельзя определить момент окончания варки, поэтому установка его при переходе на новую схему производства является обязательной и первоочередной.

Для сообщения разварника с атмосферой, перед открыванием крышки люка, к циркуляционной трубе 1 подсоединяется воздушная труба 2, перекрываемая вентилем 3 (рис. 18). На выдувной трубе 4 устанавливается задвижка 5, которой пользуются для отключения разварника от выдерживателя во время его загрузки, очистки выдувной коробки, ремонта и пр.

ВЫДЕРЖИВАТЕЛЬ

Выдерживатель выполняет несколько функций. В нем происходит окончательное доваривание сырья, причем этот процесс, во избежание потерь крахмала, протекает при небольшом давлении (0,2—0,5 ат). Выдерживатель также служит сборником разваренной массы, обеспечивая непрерывность процесса осахаривания. В соответствии с этой функцией, емкость его должна быть достаточной для полной производительности варочного отделения на срок 40—70 минут, в зависимости от мощности завода. Кроме того, в выдерживателе смешивается разваренная масса из разных видов сырья, равномерное поступление которой улучшает последующие процессы производства.

Верхняя, не занятая массой, часть выдерживателя служит сепаратором пара, образующегося при перепаде температуры от 145—158° до 105—107° во время выдувания массы из разварников. В силу этого отпадает необходимость установки отдельного сепаратора пара.

Наконец, выдерживатель выполняет роль крахмаловушки. Увлекаемая при циркуляции паром крахмальная жидкость остается в этом аппарате.

Выдерживатель (рис. 19) представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд с крышкой и днищем конической формы.

На $\frac{2}{3}$ емкости он заполняется разваренной массой,

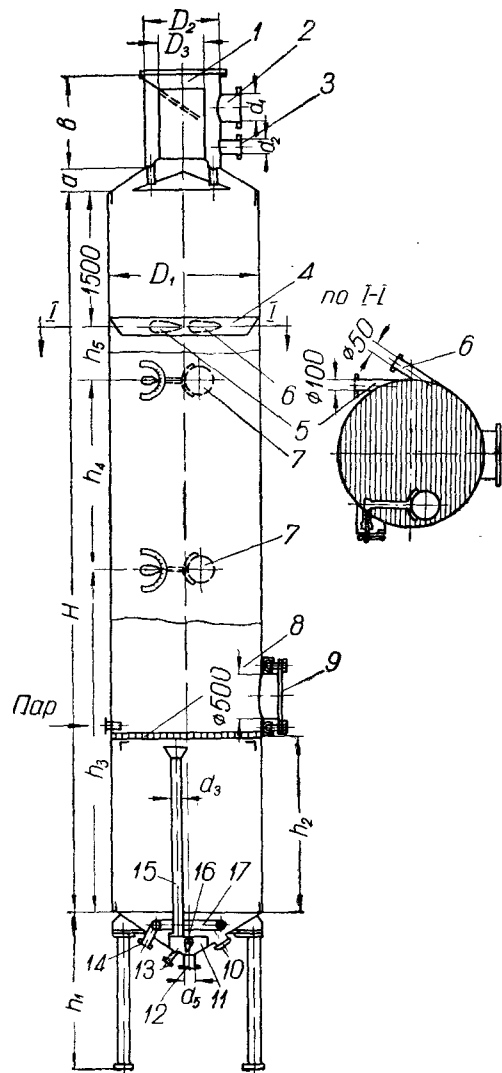


Рис. 19. Выдерживатель.

а в верхней части на $\frac{1}{3}$ емкости находится пар, выделяющийся при выдувании.

На верхней крышке выдерживателя установлена ловушка крахмала 1, состоящая из отбойного зонта, цилиндров, съемной крышки и наклонного козырька. Попавшая с паром между цилиндров крахмальная жидкость стекает по двум трубкам, которые одновременно поддерживают зонт. На ловушке имеется два штуцера — один (2) для отвода пара в предразварники, а второй (3) — для присоединения гидравлического затора.

На высоте 1500 мм от верха в цилиндрическом корпусе устроен воротник 4, под который через штуцер 5 поступает масса из разварников, а через штуцер 6 — циркуляционный пар.

Ниже воротника имеется два поплавковых указателя уровня 7. Промежуток между ними равен объему массы, выдуваемой из одного разварника. Перед выдуванием очередного разварника масса находится на уровне нижнего поплавка. Объем от нижнего поплавка до дна соответствует объему массы, выдерживаемой в аппарате.

В нижней части выдерживателя на кольцевом угольнике укладывается разборная решетка 8, из железных полос, уложенных на ребро, с промежутками между ними в 20 мм. Решетка служит для улавливания крупных сорных примесей сырья. Для чистки решетки имеется люк 9.

В конусном дне над спускным штуцером 12 установлен продолговатый стакан 11, разделенный на две половины поворотным клапаном 16. Над одной половиной стакана помещена труба 15, доходящая почти до решетки. Это устройство позволяет отбирать массу не только с дна, но и с более высоких слоев, на уровне трубы 15. Смешивание массы из разных слоев достигается с помощью регулирующего клапана 16.

Для поддержания температуры массы в пределах 105—107°, в случае длительного перерыва между выдуванием разварников, в выдерживатель подводится пар через штуцер 14 в стакан 11. Камни и металлические предметы, собирающиеся возле стакана, удаляются через лючок 10.

Характеристика выдерживателей, принятых к внедрению на спиртовых заводах, приведена в табл. 10.

Таблица 10

Характеристика типовых выдерживателей
(обозначения по рис. 19)

Показатели	Единица измерения	№ выдерживателя		
		1	2	3
Емкость				
полная	м ³	9,3	16,0	20,0
рабочая	"	6,2	11,6	14,6
Вес				
без продукта . . .	кг	2510	3300	3660
с продуктом	"	8510	14300	18660
Диаметры цилиндров				
D ₁	мм	1400	1600	1750
D ₂	"	700	800	850
D ₃	"	450	550	550
Диаметры труб				
d ₁	"	200	250	300
d ₂	"	100	100	100
d ₃	"	100	150	150
Высота				
H	"	5800	7600	8000
a	"	200	230	260
b	"	840	940	1020
h ₁		по месту		
h ₂	"			
h ₃	"	2000	2100	1700
h ₄	"	2400	3500	4000
h ₅	"	1500	2100	1900
	"	400	500	600

Поскольку к выдерживателю присоединен открытый гидравлический затвор вместо предохранительного клапана, на него не распространяются правила Котлонад-

зора. Гидравлический затвор выполняется в виде U-образной трубы диаметром 100—150 мм и высотой 7 м.

Затвор снабжен сверху специальной ловушкой (рис. 20). При повышении давления в выдерживателе выше 0,7 ати ловушка задерживает воду, вытесняемую из затвора, и в то же время пропускает наружу избыток пара.

В корпусе ловушки имеются отверстия 1, а верх ее накрыт крышкой 2, к которой с внутренней стороны приварен открытый снизу цилиндр 3. Вверху возле крышки в стенках цилиндра сделаны окна 4, а против них к крышке приварены козырьки 5.

При повышении давления в выдерживателе сверх удерживаемого гидравлическим затвором, вода из затвора выбрасывается в ловушку, где она размещается большей частью между стенками корпуса и стенками внутреннего цилиндра. Излишний пар с небольшой частью воды устремляется в цилиндр, а из него выходит через окна 4. Вода отделяется и остается в ловушке, а пар через отверстие 1 выходит в окружающую среду. После спада давления вода из ловушки стекает обратно в затвор, и нормальное положение затвора восстанавливается.

Давление пара в выдерживателе в пределах 0,3—0,5 ати поддерживается с помощью регулятора давления, устанавливаемого на выходной паровой трубе. Регулятор (рис. 21) состоит из чугунного цилиндра 1, закрытого

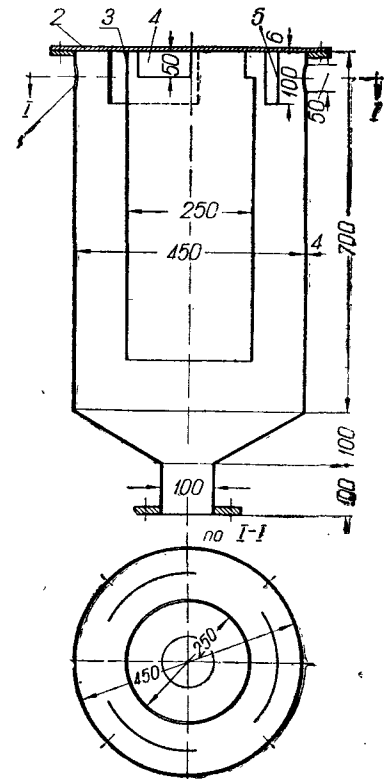


Рис. 20. Ловушка затвора.

крышками. С одной стороны цилиндра имеется штуцер для входа пара, а с другой — для выпуска пара в трубопровод. Внутри цилиндра 1 находится поршень 2, закрепленный на штоке 3. На наружной части штока закрепляется кольцо, на которое ложится груз, соответствующий давлению на поршень.

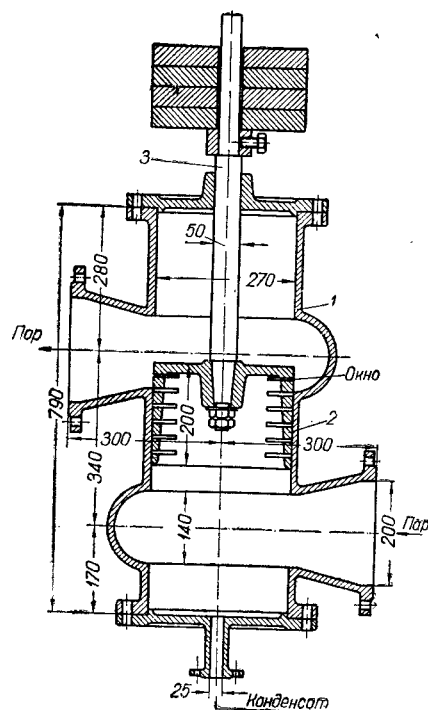


Рис. 21. Регулятор давления.

Для процесса непрерывного осахаривания необходимо непрерывное и точное дозирование разваренной массы и солодового молока. Соотношение между этими продуктами в каждый данный момент должно быть постоянным. Смешивание (затирание) массы и солодового молока в строго установленных режиме количествах является весьма важной операцией, от которой во многом зависит качество полученного затора и степень его сбраживания.

Трудность дозирования разваренной массы сырья и солодового молока обусловлена наличием в этих продуктах твердых частиц дробины, состоящей из оболочек зерна, ростков солода, сорных примесей и т. п. Попадая в дозаторы, твердые частицы тормозят движение отдельных

деталей питателя, забивают углы, входы и выходы и приостанавливают их действие. Наибольшие трудности возникают при дозировании солодового молока, так как благодаря его небольшой концентрации и вязкости, дробина и кусочки раздробленного зерна быстро отделяются от жидкой части и оседают на дно чанов, поверхности труб, детали дозаторов и т. д.

В связи с этим, применяемые на спиртовых заводах дозирующие устройства, нередко действуют с перебоями, что нарушает установившийся технологический режим. Для предупреждения этого поступающее в производство сырье должно хорошо очищаться от сорных примесей, а солод измельчаться возможно тоньше.

Лотковый дозатор

Лотковый дозатор (рис. 22) одновременно дозирует разваренную массу и солодовое молоко. Он состоит из корпуса 1, разделенного перегородкой 2 на две камеры, качающегося треугольного лотка 17 и цилиндрического

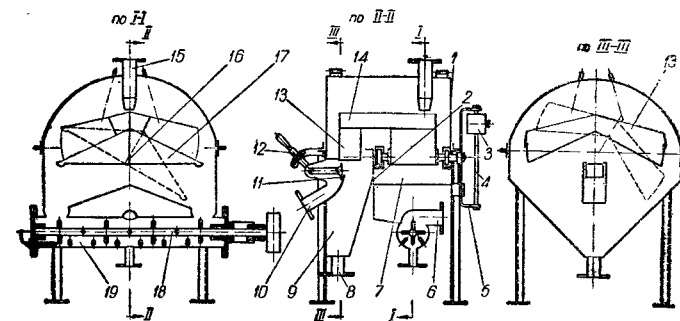


Рис. 22. Лотковый дозатор.

перемешивателя 19, снабженного валом 18 с лопатками. Камера 7 служит для приема осахариваемой массы, а камера 9 — для солодового молока. Лоток 17 также разделен перегородкой 16 на две части, каждая из которых образует ковш, имеющий в разрезе форму прямоугольного треугольника. На ось лотка снаружи насажено коромысло 5 со стержнем 4 и гирей 3 на нем. Положение гири определяет степень наполнения ковша, при котором лоток опрокидывается и выливает массу в камеру 7.

К каждому ковшу под прямым углом приварен жолоб 14, на конце которого также под прямым углом присоединен черпак 13.

Разжиженная солодом заторная масса поступает через штуцер 15 в ковш лотка 17, занимающего самое верхнее положение (см. пунктир). Как только этот ковш наполняется до такой степени, что он выходит из равновесия и опрокидывается в камеру 7, второй, противоположный ковш поднимается в верхнее положение. Одновременно черпак 13 опрокидывающегося ковша погружается в камеру 9 в солодовое молоко, а противоположный черпак в это время выходит из камеры 9, захватывает определенную порцию солодового молока и сливает ее в ковш, наполняемый разваренной массой.

Для того, чтобы солодовое молоко в камере 9 находилось на постоянном уровне, оно непрерывно подается в нее насосом через штуцер 8. Избыток его сливается через штуцер 10. Уровень солодового молока в камере 9 регулируется заслонкой 11, которая рукояткой 12 устанавливается в нужном положении. Отмеренная порция солодового молока успевает стечь из поднятого черпака в ковш заторной массы до момента, когда он снова начинает заполняться массой. При последующем опрокидывании этого ковша смесь массы и солодового молока стекает в камеру 7, далее в перемешиватель 19, а из него через штуцер 6 непрерывно откачивается в осаживатель.

Лотковый дозатор впервые был применен на Городищенском спиртовом заводе. Его преимущество, по сравнению с другими дозаторами, заключается в доступности постоянного наблюдения за работой, легкости очистки и дезинфекции.

Турникет

Для подачи заторной массы и солодового молока безуспешно применяются питатели-турникеты, предназначенные для сыпучих материалов — зерна и пр.

Турникет (рис. 23) состоит из чугунного корпуса 1, закрепленной на валу крыльчатки 2 и штуцеров 3, 4 для входа и выхода дозируемой массы. При вращении крыльчатки продукт заполняет промежутки между лопастями и вываливается из них через нижний штуцер. Скорость подачи зависит от числа оборотов крыльчатки.

Разваренная масса сырья, если она лишена сорных примесей (соломы, камней и пр.), в горячем состоянии легко проходит через турникет. Солодовое молоко перед входом в дозатор должно быть тщательно размешано. При несоблюдении этих условий неизбежны перебои в работе дозаторов.

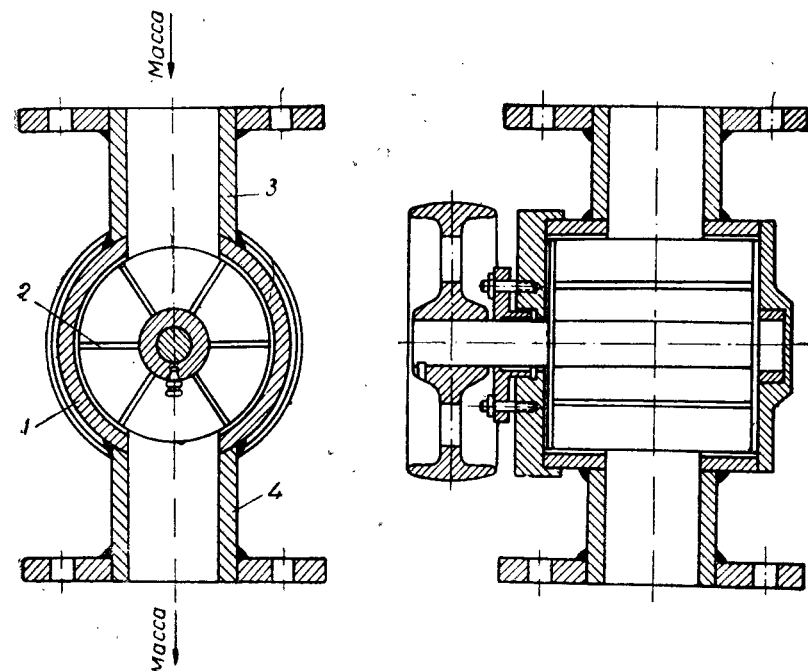


Рис. 23. Турникет.

Обычно на одном валу монтируются два таких дозатора, один для массы и другой для солодового молока. Они приводятся в движение через трансмиссию от осаживателя.

С помощью редуктора можно изменять число оборотов турникетов от 4 до 20 в минуту и тем самым увеличивать или уменьшать приток массы и солодового молока в осаживатель. При отсутствии редуктора регулировать производительность дозаторов довольно трудно. В связи с этим требуемое соотношение между составными частями затора достигается изменением concentra-

ции солодового молока, т. е. сохраняется один и тот же его объем, а количество солода для приготовления молока увеличивается или уменьшается в зависимости от его качества и крахмалистости перерабатываемого сырья.

Практически оказалось более удобным приводить в действие дозаторы от продуктового насоса. В этом случае легче достигается управление узла осахаривания, так как при изменении скорости откачки затора одновременно меняется подача разваренной массы и солодового молока.

Ковшевой дозатор

Ковшевой дозатор (рис. 24) конструкции А. Л. Малченко и М. П. Чистякова состоит из корпуса и полого барабана 3, имеющего с одной стороны окно 12. Во время вращения барабана, осуществляемого от вала 2, при верхнем положении окна в него через верхний штуцер наливается порция солодового молока, а при нижнем положении выливается.

Корпус дозатора с одной стороны закрыт крышкой 1, а через другую торцевую стенку его проходит пустотелый цилиндр 5, уплотненный в корпусе сальником 4. Цилиндр в центре снабжен винтом 6, который проходит через гайку 7, установленную во втулке кронштейна 9. Гайка может вращаться при помощи закрепленного на ней маховичка 8. При вращении маховичка винт 6 перемещается вдоль оси, а с ним одновременно и цилиндр 5. Этот цилиндр, входя в барабан 3, уменьшает, а выходя увеличивает его емкость. Такое устройство позволяет легко регулировать дозировку, не прибегая к изменению числа оборотов дозатора. Стрелка 10 показывает установленный объем дозируемого продукта.

Ковшевые дозаторы приводятся в действие от продуктового насоса и применяются для дозирования солодового молока. Для предупреждения засорения ковшевого дозатора дробиной солода необходимо, чтобы его входное отверстие имело в диаметре 75—125 мм в зависимости от производительности.

Насосы-дозаторы

Для дозирования разваренной массы и солодового молока на спиртовых заводах нашли применение поршневые (плунжерные) и ротационные насосы.

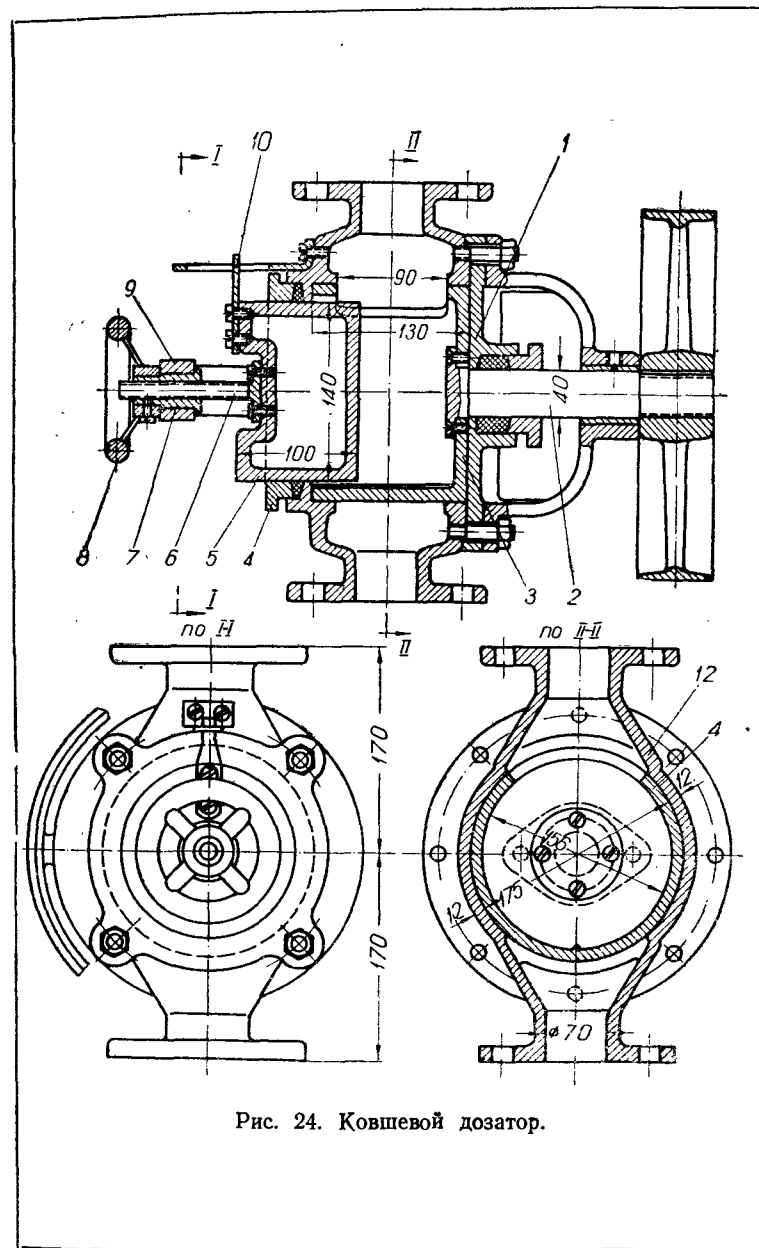


Рис. 24. Ковшевой дозатор.

1 — штуцер для входа жидкости; 2 и 8 — направляющие; 3 — сухарь; 4 — штуцер для выхода; 5 — пружины; 6 — ротор; 7 — лопатки; 9 — корпус; 10 — рабочий цилиндр; 11 — окна; 12 — ручка; 13 — барашка; 14 и 17 — крышки; 15 — вал; 16 — втулки; 18 — эксцентрический валик; 19 — циферблат.

перемещаться вверх и вниз и закрепляться в желаемом положении.

При крайнем нижнем положении цилиндра, т. е. при наибольшей эксцентricности ротора в отношении цилиндра, насос подает наибольшее количество жидкости. При более высоком положении цилиндра, т. е. по мере уменьшения эксцентricности ротора, соответственно уменьшается количество подаваемого продукта, а при концентричном положении цилиндра и ротора насос прекращает подачу. За время испытания на Городищенском заводе такие насосы исправно подавали разваренную массу и солодовое молоко, но лопатки со стороны цилиндра и крышек очень скоро истирались в связи с наличием в продукте песка и других твердых примесей. С устранением этого недостатка ротационные насосы стали бы лучшими дозаторами, так как они не имеют клапанов, и поток жидкости идет равномерно, не в толчками, как это имеет место у плунжерных насосов. При постоянном числе оборотов количество подаваемого продукта легко регулируется на ходу.

Поршневые (плунжерные) насосы пригодны для подачи и дозировки разваренной массы и солодового молока. Для этой цели (при учете необходимости регулирования скорости подачи продуктов) применимы лишь насосы с паровым приводом, производительность которых легко меняется.

Плунжерные насосы более сложны по сравнению с другими дозирующими устройствами. Однако, вместе с тем они являются пока и наиболее надежными в работе, особенно при подаче разваренной массы и сладкого затора. При дозировании же ими солодового молока под клапаном накапливаются твердые частицы дробины, нарушающие действие насоса. Этот недостаток намного устраняется после небольших переделок, о которых сказано на стр. 192.

Применение плунжерных насосов в качестве дозаторов дает возможность устанавливать расходные чаны солодового молока на полу первого этажа рядом с осаживателем I ступени. Такое размещение оборудования в значительной мере облегчает обслуживание расходных чанов, правильную дозировку и учет солодового молока. В этом отношении плунжерные насосы имеют весьма важное преимущество перед другими дозаторами.

Лотковый делитель

Лотковый делитель состоит из наклонного корыта и вертикальной передвижной перегородки, с помощью которой поток жидкости делится на две части.

Лотковый делитель предназначен для грубого деления солодового молока на два потока, например, $\frac{1}{3}$ для осахаривания в I ступени и $\frac{2}{3}$ для II ступени. Применение лотка для разделения солодового молока в пропорции 1 : 10 затруднено вследствие отложения дробины солода на передвижной перегородке.

Поплавковые регуляторы уровня

Равномерное поступление горячей массы из выдерживателя в осахариватель I ступени является необходимым условием для соблюдения температурного режима осахаривания и получения высококачественного затора. Для этой цели применяется регулятор, который состоит из поплавка, находящегося в осахаривателе I ступени, соединенного с краном на трубе, подводящей разваренную массу из выдерживателя.

В зависимости от уровня массы в осахаривателе увеличивается или уменьшается ее поступление из выдерживателя. От бесперебойного действия поплавкового регулятора зависит равномерное поступление массы в осахариватель и стабильность температуры в последнем.

РАСХОДНЫЕ ЧАНЫ СОЛОДОВОГО МОЛОКА

Для непрерывного осахаривания очень важно, чтобы солодовое молоко также поступало непрерывно, равномерно и в строго установленном количестве по отношению к заторной массе. С этой целью над осахаривателем, а еще лучше рядом с ним, устанавливаются два расходных чана солодового молока, включаемые в действие попеременно.

Как видно из рис. 26, расходный чан состоит из цилиндрического сосуда 1, с коническим или сферическим дном. Солодовое молоко размещивают с помощью мешалки 2, состоящей из трех пар лопастей, установленных на разном уровне. Чтобы предупредить оседание солодовой дробины, нижняя пара лопастей располагается

у самого выходного отверстия. С этой же целью вторая пара лопастей выгибается по форме дна и находится на 20—30 мм от него. Вал мешалки 3 вращается со скоростью 120—150 об/мин. Ниже задвижки 4, как можно ближе к ней, присоединяется дозатор 5, а между ними устанавливается штуцер 6 для пара. Для наблюдения за уровнем жидкости в чане служит поплавковый указатель, состоящий из трубы 7, открытой снизу, со щелями вдоль ее высоты, поплавок 8, шкалы с грузом 9 и блок 10.

Полезный объем расходного чана обычно соответствует часовому расходу солодового молока.

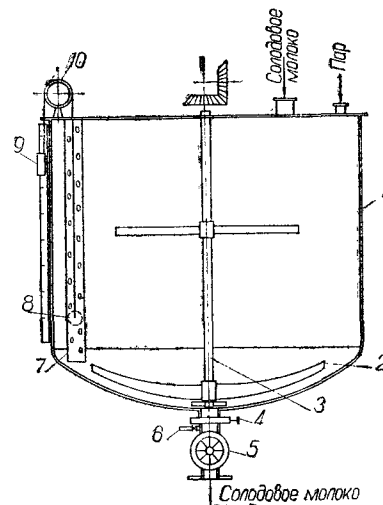


Рис. 26. Расходный чан солодового молока.

ОСАХАРИВАТЕЛЬ I СТУПЕНИ

В осахаривателе I ступени происходит непрерывное охлаждение разваренной массы до температуры осахаривания. Одновременно с этим масса разжижается и частично осахаривается небольшим количеством солодового молока.

Узкие интервалы температурных отклонений ($\pm 1^\circ$), допускаемые режимом осахаривания, вызывают необходимость установки осахаривателя I ступени с достаточным объемом массы, соответствующим 30—60-минутной производительности завода. При малом объеме осахаривателя температура массы весьма неустойчива и колеблется в пределах $\pm (4 \div 5^\circ)$, что весьма отрицательно отражается на качестве затора. Поэтому для небольших заводов осахариватели емкостью менее 3—5 м³ устанавливать не рекомендуется.

Осахариватель I ступени (рис. 27) по своему устройству похож на заторный чан. Он состоит из цилиндрического сосуда с коническим или сферическим дном 1,

змеевика 2, пропеллерной мешалки 3, приводимой в действие через редуктор 4 от двигателя 5. Масса непрерывно поступает в него через штуцер 6, а солодовое молоко — через штуцер 7. Разжиженный и частично охлажденный затор непрерывно откачивается насосом через нижний штуцер. Осахариватель наполняется на 80—85% его емкости. Наполнение его регулируется с помощью клапана или крана, установленного на питающей трубе, и соединенного с поплавком, помещенным внутри аппарата.

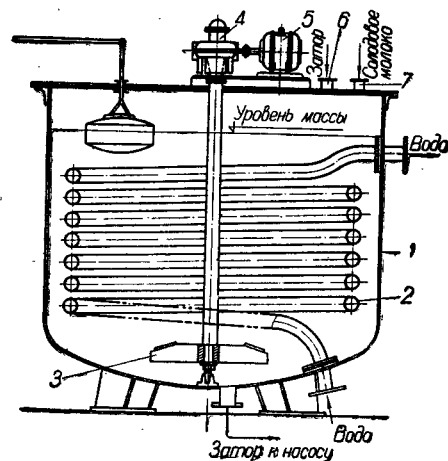


Рис. 27. Осахариватель I ступени.

Осахариватель такой конструкции ранее устанавливался на небольших заводах, производительностью до 1000 дкл спирта в сутки. Для средних и крупных заводов более приемлем осажариватель с диффузором (рис. 28), принятый к повсеместному применению.

Разваренная масса сырья в момент ее поступления в осажариватель I ступени имеет температуру около 100°. При смешивании горячей массы с затором происходит местный перегрев его, и это приводит к инактивации амилазы солода. При энергичном размешивании температура скоро выравнивается и амилаза не страдает. Поэтому в осажаривателе I ступени (рис. 28) применено сильное местное перемешивание, которое позволяет без большой затраты энергии достичь очень быстрого смешивания и выравнивания температуры между массой и затором. Для этого в осажариватель вставляется цилиндр (диффузор) 1 с раструбом внизу. Вверху цилиндр на небольшой высоте переходит в улитку 2, открытую в широкой части. Внизу цилиндра — диффузора, перед началом раструба, устанавливается небольшая мешалка 3. В нижней части осажаривателя имеется вторая, малая мешалка 5, которая не-

обходима для перемешивания заторной массы в начале заполнения осажаривателя. Разваренная масса по трубе 8 поступает под мешалку 3. Через штуцер 4 поступает со-

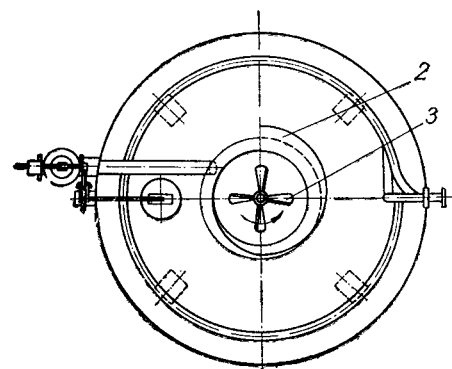
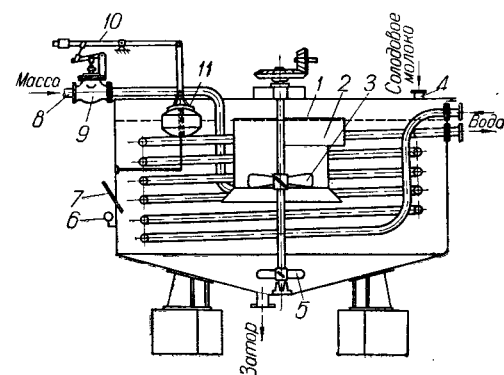


Рис. 28. Осахариватель I ступени с диффузором.

лодовое молоко. Солодовое молоко в большинстве случаев вводится внутрь диффузора. Но когда имеет место неравномерное поступление горячей массы из выдерживателя, отражающееся на температурном режиме в диффузоре, то солодовое молоко лучше подавать непосредственно в осажариватель, как указано на рисунке. При этом варианте разжижение массы в диффузоре происходит за счет амилазы затора. Разжиженная крахмальная

масса тангенциально выбрасывается из улитки 2 и смешивается с основной массой затора. Неполностью осахаренный затор непрерывно откачивается через нижний штуцер. Поступление разваренной массы из выдерживателя по трубе 8 регулируется клапаном 9, соединенным рычагом 10 с поплавком 11.

Для наблюдения за температурой устанавливаются манометрический 6 и ртутный 7 термометры, оба со шкалой от 0 до 110°.

Охлаждение в осахаривателе производится с помощью змеевика. Наружное охлаждение через кожух не рекомендуется. Поверхность охлаждения змеевиков при медных трубах принимается в 1,8 м², а при стальных — 2,0 м² на 1 м³ затора. При этом расход воды с температурой 10—15° не превышает 1 м³ на 1 м³ затора.

Расход энергии на размешивание в осахаривателе находится в прямой зависимости от числа оборотов мешалки и объема осахаривателя. Для осахаривателей объемом от 3 до 12 м³ расход энергии на мешалку не превышает 0,6—1,0 л. с./час м³ затора, а для осахаривателей большого объема — 2 л. с./час м³.

ОСАХАРИВАТЕЛЬ II СТУПЕНИ

В осахаривателе II ступени в течение 10 минут при температуре 56—60° происходит доосахаривание затора и пастеризация той части солодового молока, которая в него поступает.

На практике получили применение трубчатые и цилиндро-конические осахариватели II ступени.

Трубчатый осахариватель (рис. 29) состоит из труб длиной 5—6 м, диаметром 100—150 мм, соединенных по концам «калачом». Длина осахаривателя определяется из расчета 10-минутного пребывания в нем массы. Масса поступает по трубе 1. Трехходовой кран 2 служит для отъема дрожжевого затора в трубу 3. Воздух выпускают через пробку 4. Для контроля за температурой имеется термометр 5.

Для выпуска промывной воды возле выходного отверстия 6 установлен спускной кран 7.

Цилиндрический осахариватель (рис. 30) состоит из вертикального цилиндрического полого внутри корпуса 1 с коническими верхним и нижним днищами.

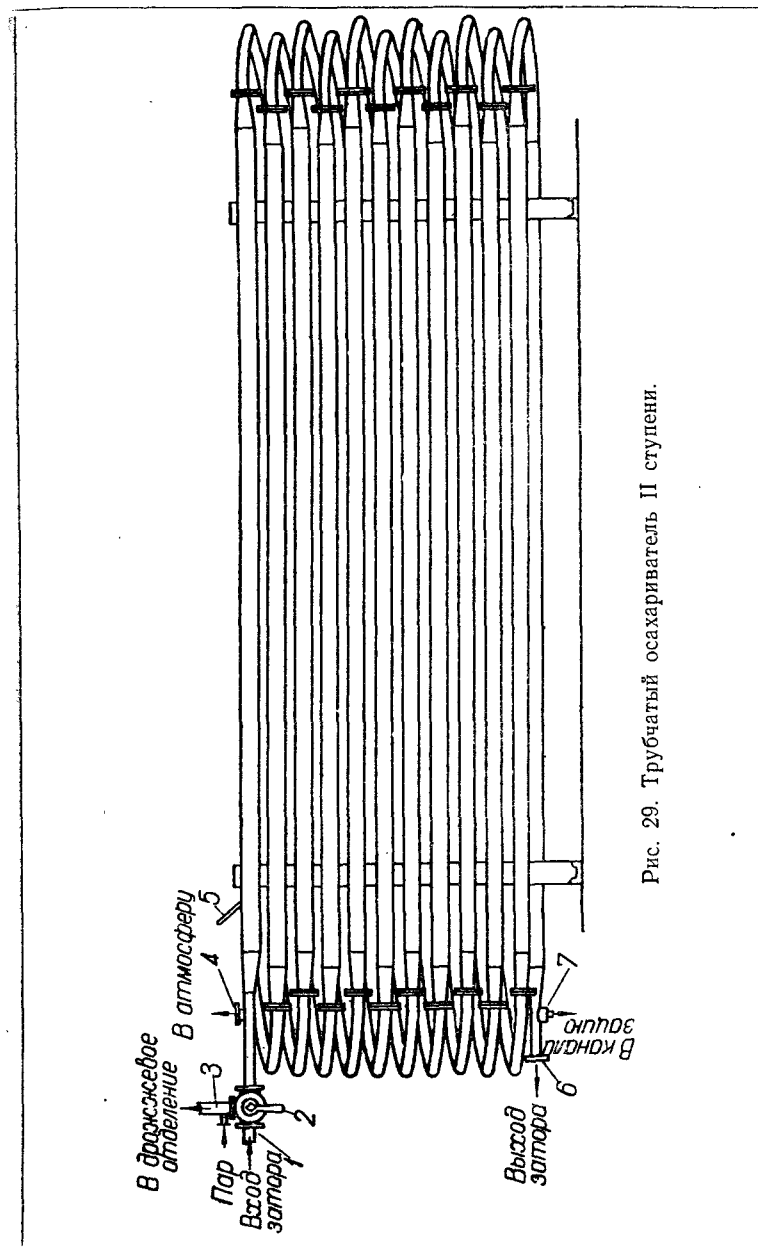


Рис. 29. Трубчатый осахариватель II ступени.

Для чистки на верхнем конусе имеется лаз 2, а на нижнем — лючок 3. Верхний штуцер служит для входа за-

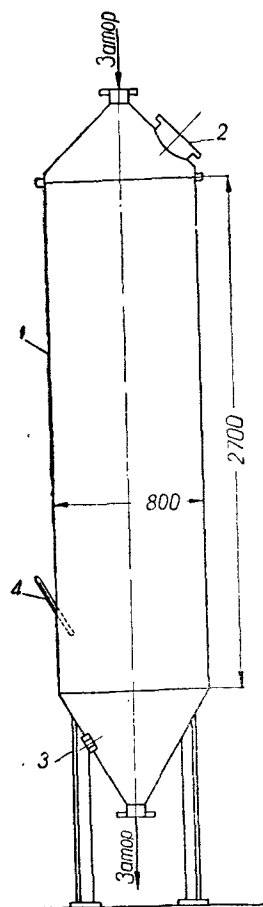


Рис. 30. Цилиндрический осахариватель II ступени.

К недостаткам этой конструкции осахаривателя относится трудность очистки и дезинфекции и связанная с этим постоянная опасность образования в нем очага инфекции.

При варианте осахаривания, ранее показанном на рис. 4, смешивание массы и солодового молока происхо-

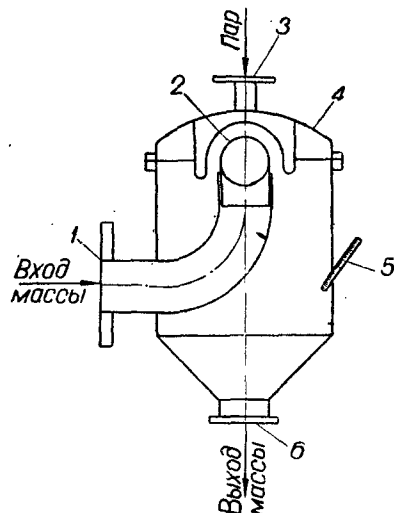


Рис. 31. Смеситель массы и солодового молока.

тора, а нижний штуцер — для выхода. В боковой части вварен патрон для термометра 4. Цилиндрические осахариватели изготовляются небольших размеров — емкостью 0,6—1,0 м³ и применяются на заводах малой мощности. Поступление заторной массы должно быть сверху вниз, иначе неизбежно накопление в цилиндрическом осахаривателе сорных примесей, застой продукта и его прокисание.

дит в смесителе (рис. 31). В боковой части смесителя для входа массы и солодового молока имеется патрубок 1, загнутый внутри вверх и оканчивающийся седлом для шарового клапана 2. Продавливаясь под шаровой клапан, заторная масса смешивается и через штуцер 6 выходит из смесителя. Ограничители хода клапана приварены к съемной крышке 4. В патрон 5 вставляется ртутный термометр. Верхний штуцер 3 служит для подвода пара и воды.

Смеситель может быть присоединен непосредственно к входному штуцеру цилиндрического осахаривателя, однако при обязательном условии размещения его по высоте на уровне глаз рабочего-теплообменщика и в удобном для него месте.

ТЕПЛООБМЕННИКИ

Теплообменники типа «труба в трубе» и оросительные применяются для охлаждения сладкого затора от температуры 55—60° до 20—25°.

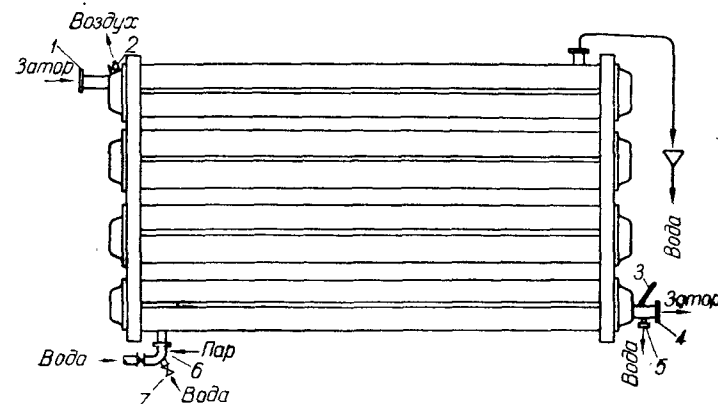


Рис. 32. Теплообменник «труба в трубе».

Охлаждение в теплообменнике имеет ряд преимуществ перед охлаждением в заторном чане. Заторная масса не инфицируется микроорганизмами, могущими попасть из воздуха, а продолжительность охлаждения, расход воды и энергии уменьшаются в два раза.

В теплообменнике «труба в трубе» (рис. 32) затор входит сверху через штуцер 1, а выходит снизу через

штуцер 4. У выхода из теплообменника вставляется патрон 3 для термометра. Промывная вода удаляется через пробку 5, а воздух — через верхнюю пробку (или кран) 2. Уплотнение между внутренней продуктовой и наружной

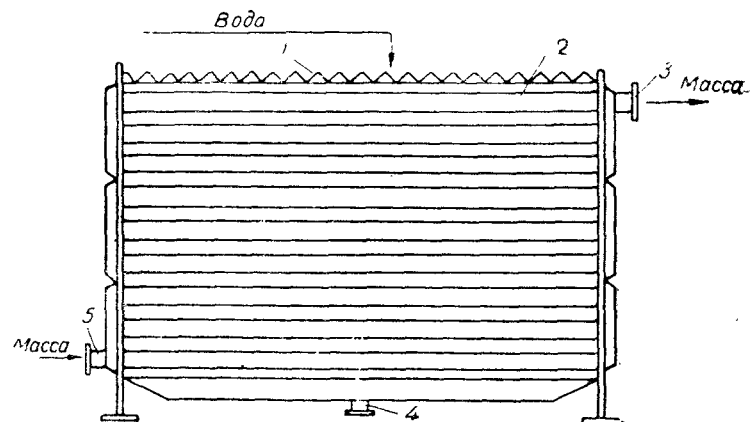


Рис. 33. Теплообменник оросительный (без кожуха).

водяной трубой достигается с помощью резинового кольца. Для продувки междутрубного пространства служит вентиль 6, а для спуска из него воды — вентиль 7.

Потребная поверхность охлаждения определяется суточной мощностью завода и температурой складки затора (сгр. 199).

Оросительный теплообменник (рис. 33) состоит из нескольких секций, помещенных в кожух труб. Наружная поверхность труб орошается водой, которая по дырчатой трубе, проходящей вдоль теплообменника, поступает на зубчатую полку 1, а из нее стекает на трубы 2. Снизу вода удаляется из корыта через штуцер 4. Заторная масса снизу входит в теплообменник через штуцер 5 и выходит сверху через штуцер 3.

Теплообменник-осахариватель. Если приготовление затора ведется с предварительным разжижением разваренной массы, то для заводов малой мощности удобными в эксплуатации являются теплообменники-осахариватели (как на Городищенском заводе).

Как видно из рис. 34, сверху расположен теплообменник I ступени, служащий для охлаждения разваренной

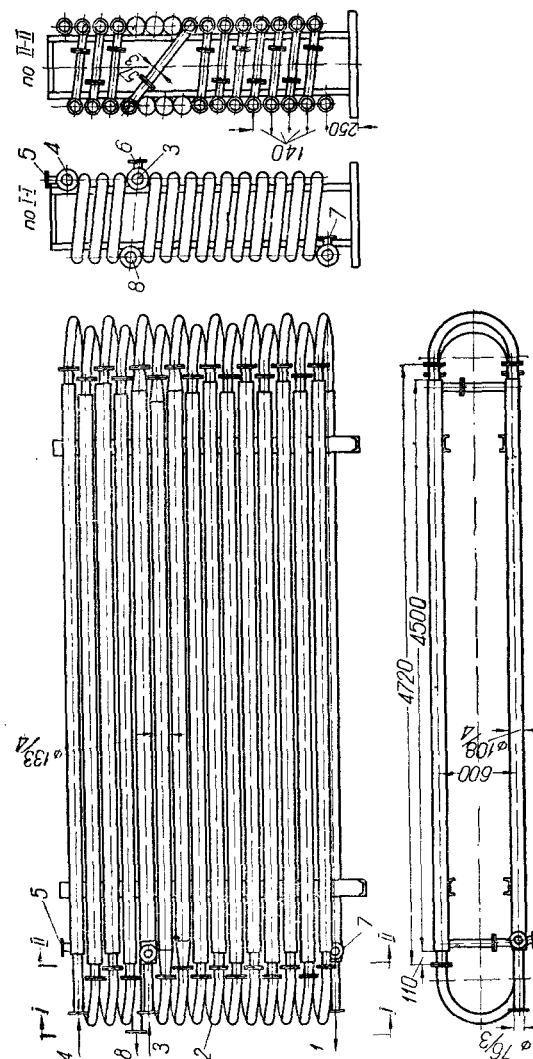


Рис. 34. Теплообменник-осахариватель.

массы до температуры 64—65°. Под ним находится осахариватель, состоящий из труб, диаметром 100—125 мм, последовательно соединенных по концам калачами. Внизу под осахаривателем помещен теплообменник II ступени, предназначенный для охлаждения осахаренного затора до температуры 20—25°. Обе части теплообменника состоят из «труб в трубах». Холодная вода через штуцер 7 входит в теплообменник II ступени, а из него при температуре 35—40° направляется в теплообменник I ступени, откуда она при температуре 55—60° выходит наружу через штуцер 5. В случае недостатка воды, поступающей из II ступени, в I ступень добавляется вода через штуцер 6. Для этой цели следует применять теплую воду с температурой 25—40°, но отнюдь не холодную, так как при охлаждении неосахаренной массы холодной водой на поверхности труб образуется пленка крахмального клейстера, что полностью расстраивает работу теплообменника. Разваренная масса входит через патрубок 4 и выходит для смешения с солодовым молоком в патрубок 8, далее продукт через патрубок 3 поступает в осахариватель, а из него по соединительному калачу 2 в теплообменник II ступени. Охлажденный до температуры складки затор выходит через патрубок 1.

ГЛАВА V

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ РАЗВАРИВАНИЯ И ОСАХАРИВАНИЯ

Основная цель переработки крахмалистого сырья — достичь возможно полного превращения крахмала в сахар, сбраживаемый дрожжами. Поэтому от успешного проведения процессов разваривания и осахаривания главным образом и зависит благоприятный исход брожения и выход спирта.

В данной главе приводится только описание технологических режимов разваривания и осахаривания, т. е. тех процессов, которые существенно изменились с переходом на новую схему производства.

РАЗВАРИВАНИЕ КРАХМАЛИСТОГО СЫРЬЯ

Картофель, зерно и другие крахмалосодержащие материалы развариваются в трех последовательно соединенных между собою аппаратах: предразварнике, разварнике и выдерживателе. В первом из них сырье подогревается паром, выделяющимся при выдувании; во втором оно разваривается под высоким давлением острого пара; в третьем — доваривается при низком давлении.

Запаривание

Запаривание сырья, именуемое также подогреванием, является первой стадией разваривания. Целью этого процесса является нагревание сырых материалов до температуры 60—100°, а в случае переработки зерна — поглощение им воды и набухание.

Запаривание состоит из загрузки, прогревания паром и выдержки сырья в предразварнике. Для каждого пред-

разварника отвешивается определенное, заранее установленное, количество картофеля или зерна. До начала загрузки перекрываются вентили на паровых трубопроводах, относящихся к данному предразварнику. Несоблюдение этого правила может привести к несчастным случаям.

Если в производство поступает здоровый или мороженный картофель, то предразварник обычно загружают полностью. Гнилой картофель при одном и том же весе занимает меньший объем, следовательно, наполнения предразварника до люка в этих случаях нельзя допустить. Если разварник по объему значительно меньше предразварника, то последний заполняют картофелем лишь до заранее установленной метки.

При переработке зерновых материалов в предразварник набирается сначала горячая вода в необходимом количестве, а затем засыпается зерно. Воды обычно берут 1,6—2,0 л на 1 кг зерна. В зависимости от крахмалистости и влажности зерна количество необходимой для варки воды определяется с таким расчетом, чтобы концентрация затора равнялась 17,0—18,0% вес. С другой стороны, количество загружаемого в предразварники зерна зависит от количества воды, применяемой для варки. Если в предразварник вводится больше воды, то зерна загружается соответственно меньше. Необходимое количество воды отмеряют по водоуказательному стеклу бака или с помощью специального сосуда — мерника. Хорошо для этой цели иметь на предразварнике 3—4 крана, расположение которых соответствовало бы определенным объемам воды.

Перед загрузкой предразварника необходимо проверить, не осталось ли на его стенках или в конусе сырье от предыдущей загрузки. Остатки сырья недопустимы, так как они приводят к ненормальностям при последующем разваривании. Надо проверить также плотность прилегания диска затвора нижнего люка и состояние уплотняющей резины.

По окончании загрузки прочищают и смазывают прокладку под крышкой верхнего люка, который затем плотно закрывают. Лишь после этого предразварник включают в систему паропроводов. При этом, в первую очередь, открывается вентиль на трубопроводе, отводящем воздух и избыток пара в бак горячей воды. Этот вентиль остается открытым до выгрузки сырья из предразварника.

К прогреванию сырья паром приступают по возможности сейчас же после загрузки с таким расчетом, чтобы нужная температура в предразварнике установилась за 10—15 минут. Для этого достаточно того пара, который выделяется за время выдувания одного разварника. Начало и конец запаривания строго обусловлены графиком спаренной работы предразварников и разварников.

В целях ускорения процесса нагревания при переработке зерна пользуются для залива горячей отработанной водой с температурой около 40—60°. Паром картофель прогревается обычно до температуры 60—70°, измельченные зернопродукты — до 50°, а цельное зерно — до 90—100°.

Продолжительность запаривания зависит от структуры и твердости материалов и их температуры перед поступлением в предразварник. Свежий и здоровый картофель запаривается в течение 30—35 минут, а мороженный — за 45—60 минут. Цельные зерновые материалы выдерживаются 60—75 минут, а измельченные — всего 25—30 минут. Дефектное сырье, в том числе и кукуруза, легко и быстро впитывает воду и потому выдерживается меньший срок. Если во время запаривания клубни картофеля частично распадутся и превратятся в мякоть, то последующее разваривание будет неравномерным и длительным. Поэтому надо следить за тем, чтобы в предразварник вместе с картофелем из элеватора не попадало много воды, так как находящиеся в жидкости клубни развариваются до клейстерообразного состояния. Во время загрузки картофеля в разварник клейстер смешивается и обволакивает целые клубни, отчего разваривание их затрудняется.

Запаренное сырье не должно охлаждаться. Поэтому поверхность предразварников покрывают изоляционным материалом. Не рекомендуется замачивать цельное зерно при температуре ниже 50—70°, так как при этом под влиянием ферментов происходит превращение крахмала в сахар, который при варке под давлением в значительных количествах разрушается.

Если воды в предразварники взято достаточно, то суммарный объем зерна и воды остается без изменения, так как набухающее зерно увеличивается в объеме приблизительно настолько, насколько уменьшается объем воды. Если же воды мало и она не покрывает зерна, то

объем массы в предразварнике увеличивается за счет набухания той части зерна, которая не погружена в воду. Чаще всего это наблюдается при загрузке измельченных материалов, очень быстро поглощающих воду.

Решающее значение для запаривания имеет парораспределительное устройство. Опыт показал, что лучшими предразварниками являются предразварники с внутренними пароперегревательными трубами. Для равномерного подогревания сырья необходимо, чтобы парораспределительные устройства были всегда исправны. С этой целью щелевидные концы труб снимаются для прочистки не реже одного раза в 7—10 дней.

Сырье выгружают из предразварников медленно с помощью шиберной заслонки, устраиваемой перед нижним затвором. Удобной в этом отношении является задвижка, описанная на стр. 214. Если масса зерна и воды быстро устремляется в разварник, то из него вытесняется много пара и горячего воздуха, которые могут причинить рабочему серьезные ожоги. Особенно осторожно надо выгружать зерно и воду, нагретые до температуры, близкой к 100°. Диаметр трубы-воронки, через которую выгружается сырье из предразварника, должен быть на 8—10 см меньше диаметра горловины разварника, чтобы между ней и стенкой горловины оставался зазор в 4—5 см, необходимый для выхода воздуха из разварника.

Процесс запаривания контролируется по температуре, определяемой по манометрическому термометру, и времени пребывания сырья в предразварниках.

Разваривание под давлением и выдувание

Разваривание под давлением имеет целью растворение крахмала и превращение сырых материалов в однородную массу, способную осахариваться солодом. Этот процесс происходит в разварниках обычной конструкции. В последнее время выпускают разварники цилиндрической формы с крышками, закрывающимися изнутри. Такой способ закрывания люка является более безопасным. Штудер для циркуляции размещен вблизи разгрузочного люка и во избежание уноса целых зерен закрыт сеткой. Разваривание под давлением состоит из загрузки, прогревания сырья до температуры 100° и вытеснения

воздуха, повышения давления, выдержки под давлением и выдувания.

Загрузка разварника происходит сейчас же после выдувания. До открытия загрузочного люка необходимо отключить острый пар, плотно закрыть выдувной клапан и задвижку на выдувной трубе, закрыть циркуляционный вентиль и соединить циркуляционную трубу с атмосферой. Лишь после того, как стрелка манометра покажет нуль, медленно открывают крышку разварника. При несоблюдении этих обязательных правил безопасности пар из выдерживателя может пройти по выдувной и циркуляционной трубе в разварник и причинить тяжелые ожоги рабочему, загружающему сырье.

Картофелем разварник загружается обычно полностью, до горловины, а зерном и водой — на 76—78% всего объема. Свободная емкость от люка до уровня зерна и воды должна быть не менее 100 см. При большем заполнении разварника время варки удлиняется, и неразваренная масса при циркуляции в значительных количествах выносится в выдерживатель.

После закрытия загрузочного люка сырье в течение 5—7 минут прогревается паром. В это время циркуляционный вентиль остается открытым для отвода воздуха. Затем, закрыв циркуляционный вентиль, за 10—15 минут давление в разварнике повышают до оптимального для данного вида сырья. Как только давление достигает 3,5—4,0 *ати*, производится первая циркуляция, которая затем повторяется через каждые 8—10 минут. Во время циркуляции масса сырья частично перемешивается, чем и достигается равномерность разваривания. Каждое циркулирование продолжается 0,5—1,0 минут. При этом давление в разварнике снижается на 0,5—0,6 *атм*. При весьма энергичной и продолжительной циркуляции часть сырого продукта может попасть в выдерживатель, что недопустимо.

За 5—10 минут до окончания разваривания отбирают пробу для проверки качества массы. Для этого служит пробоотборный кран внизу разварника. Во избежание несчастных случаев пробу отбирают в специальный цилиндрический сосуд с крышкой, подвешиваемый на крючке к пробоотборному крану.

Разваривание под давлением прекращают за 5—8 минут до полной готовности массы, с расчетом на оконча-

тельное доваривание ее в выдерживателе. Поэтому выдуваемая масса имеет более светлый вид, по сравнению с цветом ее по выходе из выдерживателя. Однако в ней не должно быть неразваренных частиц сырья, так как при низкой температуре в выдерживателе они не разварятся.

Почти готовую массу выдувают в выдерживатель. При выдувании следят за тем, чтобы давление в выдерживателе не превышало 0,5 *ати*. Необходимым условием нормального выдувания является исправное состояние гидравлического затвора и манометра на выдерживателе со шкалой от 0 до 1 *ати*. Поэтому трубку манометра надо часто продувать паром и промывать водой. Необходимо также проверять количество воды в гидравлическом затворе, которая должна быть на уровне 3,5 м от нижней точки U-образной трубы.

Массу выдувают из разварника только при наличии в выдерживателе между нижним и верхним поплавками свободной емкости, достаточной для вмещения массы из одного разварника. В зависимости от величины разварника выдувание должно продолжаться 10—15 минут. Если оно ведется быстрее, то образующийся при этом пар не полностью используется в предразварнике и часть его уходит в атмосферу. В этом случае не достигается должное подогревание сырья. Кроме того, быстрое выдувание неизбежно приводит к выбрасыванию воды из гидравлического затвора выдерживателя, а иногда и массы. Поэтому скорость выдувания должна строго регламентироваться и контролироваться.

Разваривание картофеля. Нормальный и здоровый картофель разваривается под давлением 3,5—4,0 *ати* без добавления воды и без циркуляции. В зависимости от объема разварника весь процесс варки продолжается 40—50 минут, в том числе при наивысшем давлении 20—30 минут. Если перерабатывается высококрахмалистый картофель с содержанием крахмала более 20—22%, то в разварник перед загрузкой задают 10—12 *дкл* воды на 1 т картофеля.

Мороженый картофель до поступления в предразварники должен по возможности оттаять, для чего в транспортер и мойку подают большое количество горячей отходящей воды. Неоттаявший картофель быстро смерзается в большие глыбы. Чтобы не допустить этого,

картофель с весового бункера как можно скорее загружают в предразварники и сейчас же прогревают паром. В мороженом картофеле всегда содержится много сахара. Во избежание его потери разваривание ведется при давлении не выше 4 *ати*. Первую циркуляцию производят после того, как давление достигнет 2 *ати*. Затем давление повышается до 3,5—4,0 *ати* и при этих условиях картофель выдерживается 30—40 минут, в течение которых циркуляция происходит еще 3—4 раза. Общая продолжительность варки составляет 50—60 минут.

Гнилой картофель разваривается при 3,0—3,5 *ати* и частой циркуляции. Перед загрузкой на каждую тонну картофеля добавляют 10—12 *дкл* воды. В загнивающем картофеле под влиянием микроорганизмов накапливаются заметные количества органических кислот: масляной, пропионовой, уксусной и др. Продолжительной пропаркой и частой циркуляцией часть этих кислот улетучивается. Для нейтрализации остального их количества рекомендуется перед варкой добавлять 0,1—0,2% извести по весу картофеля. Этим предупреждается усиленный кислотный гидролиз крахмала во время варки.

Расход острого пара на разваривание с использованием пара самоиспарения, по данным Киевского филиала ВНИИСПА, составляет около 17 кг на 100 кг картофеля.

Разваривание зерна. Загрузка разварника устанавливается в зависимости от вида зерна (табл. 11).

Таблица 11

Ориентировочные нормы загрузки зерна и воды в разварник

Виды зерна	Нормы загрузки	
	воды (в л на 1 кг зерна)	зерна (в кг на 1 м³ емкости разварника)
Кукуруза	1,6—1,7	260—270
Рожь, пшеница	1,7—1,9	250—260
Подработанный ячмень	1,8—2,0	230—240
Просо	1,8—1,9	240—250
Овес обрушенный	1,7—1,8	250—260

Приведенные нормы определены с расчетом свободного объема разварника в 22—24%, необходимого для циркуляции и конденсации пара.

По окончании загрузки люк разварника закрывается, затем за 5—7 минут вытесняется воздух и за 10—15 минут повышается давление до 4 *ати*, после чего производится первая циркуляция, которая повторяется через каждые 8—10 минут.

Давление и продолжительность разваривания для разных культур не одинаковы (табл. 12).

Таблица 12

Давление и продолжительность варки

Виды сырья	Наиболее высокое давление пара (в <i>ати</i>)	Продолжительность разваривания (в минутах)
Кукуруза и просо (цельные) . .	4,5—5,0	80—85
Просо полработанное	4,5—4,7	80—85
Ячмень (цельный)	4,5—5,0	75—80
Ячмень подработанный	4,0—4,5	70—80
Рожь, пшеница	4,0	65—70
Овес обрушенный	4,0—4,5	65—70

Продолжительность разваривания, указанная в табл. 12, принята с учетом того, что сырье запаривается в предразварниках и доваривается в выдерживателе.

Потери сахара и крахмала при разваривании заметно возрастают при повышении давления свыше 4,0—4,5 *ати*. Поэтому, если позволяет производительность варочного отделения, то целесообразно разваривание проводить при давлении на 0,5 *атм* ниже. Это вполне возможно для зерновых материалов, которые достаточно набухают и прогреваются в предразварнике и быстро развариваются при давлении 4,0—4,5 *ати*.

Особенно большое влияние оказывает запаривание на разваривание кукурузы, обладающей большой твердостью и прочностью. Если ее без всякой подготовки быстро разваривать под давлением 5,0 *ати*, то при этом получается неравномерно разваренная масса, обладающая одновременно признаками перевара и недовара. «Растворение»

зерна в этом случае явно неполное, в чем нетрудно убедиться при промывке массы горячей водой на сите. При разваривании же достаточно набухшей и прогретой кукурузы под давлением, не превышающем 4,0—4,5 *ати*, достигается почти полное растворение зерна, и заторная масса после осахаривания имеет небольшую вязкость, блестящий цвет и однородный вид. Дробины в заторе в этом случае гораздо меньше. Потери крахмала также снижаются. Зерно, испорченное в результате самосогревания, поглощает воду, прогревается и разваривается быстрее, чем нормальное. Для дефектного зерна I и II степени порчи давление при варке снижают на 0,5 *атм*, для III степени порчи — на 1 *атм* и для IV степени — на 1,5—2,0 *атм*. Однако нередко в дефектных партиях сырья среди полуразрушенных зерен имеются и здоровые. Поэтому низкое давление при разваривании применить не всегда возможно. Такое зерно лучше всего разваривать в измельченном виде.

Разваривание измельченных в крупку, и тем более в муку, зернопродуктов осложняется образованием комков. Для предотвращения этого необходимо по возможности лучше смешивать продукт в предразварнике с водой, температура которой не должна превышать 50—60°. На тех спиртовых заводах, где часто приходится перерабатывать крупку или муку, целесообразно для лучшего смешивания их с водой иметь для этого небольшой чан с мешалкой, соединенный с насосом для подачи массы в предразварники. Такое несложное устройство облегчит загрузку и улучшит разваривание.

В трехступенчатой схеме разваривания крахмалолушкатель отсутствует и циркуляция производится в выдерживателе. По причине низкой температуры в нем сырые частицы, и тем более целые зерна, развариться не могут. Поэтому надо тщательно следить за нормальным наполнением разварников и исправностью решетки на циркуляционном штудере. Нельзя допускать чрезмерной и слишком энергичной циркуляции.

Доваривание в выдерживателе

Почти разваренная масса поступает в выдерживатель, где она окончательно доваривается, или, как иногда говорят, «доходит». В зависимости от объема установлен-

ного выдерживателя продолжительность этого процесса на разных заводах составляет 40—70 минут. Соответственно этому определяется то состояние разваренной массы, при котором ее можно выдувать. При этом принимается, что за 10 минут выдерживания массы при 0,3—0,5 *ати* достигается такой же эффект, как за 1 минуту разваривания под давлением 4,0—4,5 *ати*.

Сбраживаемые углеводы разрушаются преимущественно под конец разваривания, когда заметные количества крахмала гидролизуются до декстринов и сахара, а температура достигает максимума. Вместе с тем к этому времени клеточная структура сырья уже разрушилась, почти весь крахмал растворился и нет надобности в высокой температуре и давлении. Поэтому, чтобы избежать лишней потери углеводов, уцелевшие частицы окончательно доваривают при более мягком температурном режиме, но более продолжительное время.

Для успешного и равномерного доваривания необходимо, чтобы в выдерживателе поддерживались постоянный объем массы и температура в 105—107°. За объемом массы наблюдают по поплавковым указателям уровня или электрическим сигнальным устройствам, а за температурой — по ртутному термометру, помещенному на выходном штуцере или в непосредственной близости к нему. При снижении температуры массу подогревают острым паром через барботер, находящийся внизу аппарата. Термометр нельзя устанавливать в боковой части выдерживателя, где температура всегда ниже, чем на выходе массы.

Если по причине неисправности клапана, регулирующего давление, или отсутствия барботера не поддерживаются нужное давление и температура, то доваривание не происходит, и выдерживатель превращается в сборник массы. Этого нельзя допускать, так как это является грубым нарушением режима трехступенчатого разваривания.

Наполнение выдерживателя должно быть по возможности постоянным, с колебанием уровня массы в пределах емкости, соответствующей одному разварнику. Такое положение, когда выдерживатель то истощается, то снова заполняется массой, является ненормальным и указывает на явное нарушение режима доваривания и графика работы. Необходимо строго следить за уровнем массы

и своевременно пополнять и выдавать ее, увязывая это с часовой производительностью завода.

Выдача массы из выдерживателя должна производиться непрерывно и равномерно. Поэтому нельзя допускать большого скопления сорных примесей на решетке и на днище аппарата. Надо следить и за тем, чтобы масса имела нормальную консистенцию и вязкость, так как слишком густая и вязкая масса выходит из выдерживателя неравномерно, что отрицательно сказывается на температурном режиме осахаривания. Повышенная вязкость служит первым признаком недостатка воды и неполного разваривания сырья.

Качество разваренной массы проверяют по пробе, взятой из крана, расположенного на трубе, соединяющей выдерживатель с осахаривателем I ступени. Как недостаточное, так и чрезмерное разваривание сырья вредно отражается на результатах производства. Затормозы из недоваренной массы, в силу неполной ее стерильности, склонны к закисанию при брожении, и выход спирта в этом случае снижается. Затормозы из переваренной массы, вследствие наличия в ней заметных количеств продуктов распада углеводов, белков и других веществ, угнетающих жизнедеятельность дрожжей, сбраживаются всегда хуже. Непосредственные потери сахара и крахмала от чрезмерного разваривания также велики и могут достичь 3—5%. Таким образом и от пережарки сырья выход спирта может значительно уменьшиться.

ОСАХАРИВАНИЕ

В процессе осахаривания растворенный под давлением крахмал превращается в мальтозу и декстрины. Для разжижения и осахаривания крахмальной массы применяется измельченный и смешанный с водой солод, приготовленный из ячменя, проса, овса и других злаков.

Под осахариванием на практике понимают все те технологические приемы, в результате которых разваренное сырье превращается в сладкий затормоз. Поэтому процесс осахаривания состоит из охлаждения и разжижения массы, смешивания ее с солодовым молоком (затира-ния), осахаривания, пастеризации и охлаждения сладкого затормоза.

Ранее все эти операции последовательно производились в одном заторном чане. Теперь же, с переходом на непрерывное осахаривание, они осуществляются одновременно в трех соединенных между собой аппаратах: осахаривателях I и II ступени и теплообменнике. Такое расчленение сложного процесса позволило не только осуществить непрерывное приготовление сладкого затора, но также упростить аппаратуру и уменьшить затраты воды в механической энергии.

Другой существенной особенностью непрерывного осахаривания является его ступенчатость. В первой ступени заторная масса разжижается и частично осахаривается, а во второй — осахаривается и пастеризуется. Соответственно этому солодовое молоко вводится в осахариватели I и II ступени.

Двухступенчатое осахаривание отвечает свойствам солодовой амилазы, весьма чувствительной к температуре. Такой способ в большей мере гарантирует от температурной инактивации ферментов солода, чем способ одноступенчатого осахаривания. Если в первой ступени осахаривания происходят те или другие ненормальности, то они выправляются во второй ступени. В этом отношении двухступенчатое осахаривание имеет явные преимущества перед одноступенчатым. Однако даже при периодическом осахаривании солодовое молоко обычно задают в два приема: в начале и в конце выдувания, чем предохраняется амилаза солода от длительного воздействия высокой температуры.

Осахаривание в первой ступени

В первой ступени осахаривания разваренную массу сырья затирают с небольшим количеством солодового молока, в результате чего она разжижается и частично осахаривается. В зависимости от количества вводимого солодового молока осахаривание в первой ступени осуществляется в двух вариантах при следующих температурных режимах.

	Первый вариант	Второй вариант
Распределение солодового молока (в процентах):		
для первой ступени	10	30
для второй ступени	90	70

	Первый вариант	Второй вариант
Температура заторной массы (в градусах):		
в первой ступени	64—65	60—61
во второй ступени	59—60	56—57
Допускаемые температурные колебания (в градусах):	±1	±1
Температурный перепад между первой и второй ступенью (в градусах)	5—6	4—5
Продолжительность осахаривания (в минутах)	30—60	30—60

По первому варианту температура заторной массы поддерживается в пределах 64—65°. В осахариватель I ступени непрерывно подается $\frac{1}{10}$ часть солодового молока от общего его расхода на осахаривание затора. При этих условиях достигается разжижение и лишь частичное осахаривание массы. По выходе из осахаривателя I ступени разжиженная масса встречается и смешивается с основным потоком солодового молока. Температура ее от этого снижается до 59—60°. При этой температуре, благоприятной для осахаривания и пастеризации, сладкий затор переходит в осахариватель II ступени.

По второму варианту в осахариватель I ступени при 60—61° непрерывно поступает около $\frac{1}{3}$ солодового молока. Под влиянием этой благоприятной для амилазы температуры и значительного количества солодового молока заторная масса не только разжижается, но в значительной мере осахаривается. При таком режиме в первой ступени осахаривания образуется до 80% мальтозы от того ее количества, которое содержится в сладком заторе по выходе из осахаривателя II ступени. Во второй ступени, где участвует $\frac{2}{3}$ солодового молока и температура снижается до 56—57°, происходит дальнейшее осахаривание заторной массы.

Недостатком первого варианта является значительная инактивация амилазы 10% солодового молока, вводимого при высокой температуре. Разжижение массы также недостаточно, особенно если температура понижается до 62—63°. Поэтому при переработке картофеля масса в осахаривателе I ступени нередко имеет клейстерообразное состояние. В этих случаях на поверхностях охлаждения образуются сгустки крахмала, что иногда приводит к расстройству работы всего узла осахаривания.

Деление солодового молока в пропорции 1 : 10 также встречается на практике трудности. С помощью применяемого в настоящее время лоткового делителя затруднительно добиться, чтобы в осахариватель I ступени поступало ровно 10% солодового молока. Если его поступает меньше, то разжижение резко ухудшается, а если больше — то возрастают потери амилазы, что в конечном счете отражается на осахаривающей способности сладкого затора. Поэтому необходимо ускорить внедрение автоматического делителя солодового молока Киевского филиала ВНИИСП'а, давшего хорошие результаты работы на Коростышевском спиртозаводе (рис. 52).

Преимущество первого варианта состоит в том, что 9/10 солодового молока подвергаются 10-минутной пастеризации в осахаривателе II ступени при 59—60°, что очень важно с точки зрения борьбы с инфекцией.

По второму варианту осахаривание в I ступени лишено только что описанных недостатков. Из осахаривателя I ступени выходит затор, технико-химические показатели которого, за исключением низкой осахаривающей способности, почти не отличаются от полноценного затора. Слабым местом этого способа является лишь несколько заниженная температура в осахаривателе II ступени, вследствие чего эффект пастеризации несколько слабее.

Поскольку распределение лотковым делителем солодового молока в пропорции 1 : 10 осуществить довольно трудно, то более приемлемым в эксплуатации пока является второй вариант осахаривания, т. е. с разделением солода на два потока в пропорции 3 : 10. В дальнейшем изложении будет идти речь только об этом варианте осахаривания.

Дозировка продуктов. Равномерное поступление разваренной массы и солодового молока является одним из основных условий, от которых зависит успешное осахаривание затора. Заполнение осахаривателя I ступени должно быть непрерывным. Он должен быть постоянно заполнен на 80—85% своего объема. Колебания уровня массы при нормальной работе обычно не превышают ± 10 см. Недопустимо, чтобы от переполнения смачивалась крышка осахаривателя, так как несмытые остатки затора служат благоприятной средой для развития вредных микроорганизмов.

Непрерывное поступление из выдерживателя разваренной массы регулируется поплавковым устройством, связанным с клапаном или краном. Ввиду неоднородности продукта и наличия в нем сорных примесей полное автоматическое регулирование не достигается. Поэтому необходим постоянный надзор теплообменщика за действием поплавкового регулятора уровня.

На практике особенно трудно осваивается бесперебойная и равномерная подача в осахариватель солодового молока в строго установленном количестве по отношению к разваренной массе. В значительной мере это обусловлено наличием в солодовом молоке цветочных пленок и наружных оболочек зерна, которые оседают на поверхности труб и задерживаются в дозаторе, а также изменением столба жидкости в чане солодового молока.

Солодовое молоко подается в осахариватель через дозаторы самотеком или же плунжерным насосом, который служит одновременно и дозатором. В первом случае расходные чаны солодового молока устанавливаются над осахаривателем I ступени, а во втором — рядом с ним. Чаще всего в качестве дозаторов применяются ковшевые дозаторы или дозаторы турникеты.

Плунжерным насосом солодовое молоко можно подавать на лотковый делитель или же непосредственно в осахариватель. В последнем случае нужен двухплунжерный насос, в котором диаметры и ход плунжеров соответствовали бы установленному делению солодового молока на два потока.

Количество расходуемого солодового молока по отношению к осахариваемому затору должно быть постоянным и равным 12—15% от объема затора. Содержание же солода в единице объема изменяется в зависимости от вида и качества солода.

Постоянство объемов солодового молока и разваренной массы является непременным условием нормального осахаривания. Нетрудно себе представить, как ненормально и неравномерно происходит этот процесс, если объем солодового молока, приготовляемый из определенной навески солода, каждый раз изменяется. При таком положении приходится очень часто заново регулировать дозаторы, что практически делать очень трудно. Чем больше вводится солодового молока, температура которого обычно не превышает 25°, тем больше снижается темпе-

ратура затора во второй ступени осахаривания. Поэтому применять солодовое молоко в количестве более 15% нельзя, так как иначе температурный перепад между осахаривателями I и II ступени увеличивается до 8—10° вместо обычных 4—5°, что нарушает режим осахаривания.

Качество солодового молока. Концентрация солодового молока должна быть постоянной. Это достигается тонким измельчением солода и смешиванием его с таким количеством воды, чтобы плотность солодового молока равнялась 7—8% вес. При данной концентрации оно дольше сохраняет свою однородность и не так быстро расслаивается, что очень важно для бесперебойной работы дозаторов. При непрерывном осахаривании нельзя применять большие количества солодового молока — до 17—20%, так как с понижением его концентрации до 4—5% дробина осаждается быстрее, и засорение трубопроводов и дозаторов по этой причине происходит чаще. Чем тоньше раздроблен солод, тем выше концентрация солодового молока и мельче частицы дробины. При таком состоянии продукта дозаторы работают гораздо успешнее. Хороши в этом отношении молотковые и дисковые солододробилки Гипроспирта, которые дают возможность достичь очень тонкого и однородного измельчения солода.

Температура солодового молока также должна быть постоянной и равной 25°. Более низкая температура недопустима, так как это опять-таки увеличивает температурный перепад между первой и второй ступенями осахаривания. Для приготовления солодового молока ни в коем случае нельзя применять холодную воду с температурой 2—5°, так как тогда приходится повышать температуру в осахаривателе I ступени, чего делать нельзя; либо понижать ее до 52—54° в осахаривателе II ступени, что влечет за собой опасность закипания затора при брожении. Для предупреждения инфекции нельзя повышать температуру солодового молока выше 25—27° и выдерживать его в расходных чанах больше 1,0—1,5 часа. Для получения солодового молока с постоянной температурой необходимо установить у дробилки смеситель холодной и теплой воды.

Для дезинфекции солодового молока чаще всего применяется формалин. На каждые 100 л солодового молока перед подачей в расходный чан прибавляется 220—250 см³

40%-ного формалина. Общее количество прибавляемого формалина по отношению к объему сладкого затора не должно превышать 0,02—0,025%. При больших дозах этого антисептика жизнедеятельность дрожжей подавляется и сбраживание затора замедляется.

Продолжительность осахаривания в первой ступени. Точная дозировка разваренной массы нарушается при плохой работе поплавкового регулятора. Кроме того, температура затора колеблется в тем больших пределах, чем меньше объем осахаривателя I ступени. И, наоборот, температурный режим осахаривания тем стабильнее, чем больше объем заторной массы, являющейся аккумулятором тепла. Практикой установлено, что наименьший объем осахаривателя I ступени должен соответствовать 30—60-минутной производительности завода. Этим самым определяется и продолжительность осахаривания в первой ступени.

Узкие границы температурных колебаний, в пределах $\pm 1^\circ$, допускаемые температурным режимом осахаривания, вынуждают пользоваться не только пневматическим терморегулятором, но и ртутным термометром.

Оперативный учет и контроль осахаривания. В условиях непрерывного осахаривания очень важен оперативный учет солодового молока. Наличие легко осаждающейся дробины не позволяет использовать для количественного измерения солодового молока приборы, обычно применяемые для измерения объемов жидкостей. Поэтому учет его ведется по объему в отградуированных расходных чанах с поплавковыми указателями уровня.

Записи о расходе солодового молока и количестве слитого в бродильный аппарат сладкого затора производят через каждый час. Для этого на осахаривателе I ступени вывешивают доску, на которой посменно ведут записи по следующей форме (табл. 13).

В данном примере из произведенных за смену записей видно, что в течение 4 часов дозировка была нормальной, и установленное соотношение солодового молока и сладкого затора, равное 13%, соблюдалось; в остальное же время смены солодовое молоко поступало неравномерно. Откачка затора происходила неравномерно.

Без указанного оперативного учета солодового молока и сладкого затора нельзя руководить процессом непре-

Таблица 13

Порядковый № расходуемой порции солодового молока	Время расходования (в часах и минутах)		Объем солодового молока (в дкл)	Инвентарный № заливаемого бродильного аппарата	Количество слитого сладкого затора (в дкл)	Расход солодового молока по отношению к затору (в процентах)	Концентрация затора (в проц. вес.)
	начало	конец					
101	8—00	9—00	78	4	600	13,0	17,1
102	9—00	10—00	78	4	600	13,0	17,2
103	10—00	11—10	78	4	660	11,8	17,0
104	11—10	12—20	78	4	600	13,0	17,5
105	12—20	13—30	78	4	560	14,2	16,5
106	13—30	14—20	78	4	600	13,0	17,0
107	14—20	15—40	78	4	700	11,1	18,0
108	15—40	16—00	26	4	205	13,0	17,0
За смену	—	—	572	—	4525	12,7	17,1

ровного осахаривания. При переходе завода на новую схему дозировке солодового молока зачастую не уделяется должного внимания. Поэтому очень важно с самого начала привить рабочим и инженерно-техническому персоналу навыки правильной постановки учета и контроля на данном участке производства.

Осахаривание во второй ступени

Температурный режим и продолжительность осахаривания. Во второй ступени, кроме осахаривания, происходит также пастеризация затора. Температурный режим этого процесса зависит от температуры затора, поступившего из осахаривателя I ступени, и температуры и количества солодового молока, вводимого в осахариватель II ступени. При любом варианте осахаривания температура во второй ступени не должна быть ниже 55 и выше 60°. При температуре выше-

60° инактивируется амилаза солода, а при температуре ниже 55° не достигается должная пастеризация затора.

Осахаривание во второй ступени обычно продолжается 10—12 мин. Сравнительно невысокая температура и небольшой срок ее воздействия рассчитаны на сохранение активности амилазы солода и длительное «последствие» ее в течение всего периода сбраживания затора. Этому способствует и то, что в осахариватель II ступени вводится от $\frac{7}{10}$ до $\frac{9}{10}$ от всего солодового молока. Все это направлено на то, чтобы возможно больше обогатить затор амилазой перед поступлением его в бродильные аппараты и чтобы расщепление и сбраживание декстринов в силу этого было возможно полным и глубоким.

Для второй ступени осахаривания применяются трубчатые и реже цилиндрические аппараты. В трубчатых осахаривателях, в отличие от цилиндрических, заторная масса не задерживается, поэтому возникновение очагов инфекции исключается. Трубчатые осахариватели легче поддаются очистке и стерилизации, и поэтому в эксплуатационном отношении они заслуживают явного предпочтения.

Цилиндрические осахариватели применяются лишь на небольших заводах и при отсутствии материала для изготовления трубчатого осахаривателя.

Температуру в осахаривателе II ступени контролируют по ртутному термометру, установленному на входе продукта в этот аппарат. Нельзя устанавливать термометр на выходе продукта, так как это создает разрыв по времени в показаниях термометров первой и второй ступени на 10—12 мин. В этом случае величина температурного перепада дает искаженное и запоздалое представление о работе узла осахаривания.

Если поверхность трубчатого осахаривателя изолирована, то разница в температурах на входе и выходе затора при установившемся режиме не превышает 0,5°.

Во избежание лишних очагов инфекции на осахаривателе II ступени не ставят пробоотборных кранов.

Температурный перепад. Разница в температурах между осахаривателями I и II ступени не должна превышать 4—5°. Пока перепад температур не выходит за эти пределы, процесс осахаривания в обоих аппаратах протекает нормально. Если же температурный

перепад увеличивается или уменьшается, то это свидетельствует о нарушении режима осахаривания. В условиях непрерывного осахаривания температурный перепад имеет первостепенное значение.

На изменения температурного перепада оказывают влияние следующие обстоятельства:

- 1) повышение или понижение температуры в осаживателях I и II ступени в связи с неправильным регулированием охлаждающей воды;

- 2) недостаточное или чрезмерно быстрое поступление горячей массы из выдерживателя;

- 3) избыток или недостаток солодового молока, поступающего в осаживатели I и II ступени;

- 4) неправильное распределение солодового молока между осаживателями;

- 5) низкая температура солодового молока;

- 6) замедленная или, наоборот, слишком быстрая откачка затора из осаживателя I ступени, вследствие неисправности продуктового насоса или его засорения;

- 7) засорение ловушки, заторного трубопровода, трубчатого осаживателя или теплообменника.

Таким образом, наблюдая за температурным перепадом, можно судить насколько нормально протекает работа на узле осахаривания. Всякое изменение этой величины служит сигналом о нарушении дозировки продуктов, скорости откачки затора, засорения труб и пр. Управлять узлом осахаривания легче, если руководствоваться температурным перепадом.

Стабильность технико-химических показателей является основной чертой полунепрерывной схемы производства. При налаженном технологическом процессе такие качественные показатели сладкого затора как концентрация и осаживающая способность остаются постоянными на протяжении многих дней, пока не изменится качество сырья и солода.

Концентрация осаживаемого затора обычно равна 17—18% вес. При переработке высококрахмалистого сырья концентрация затора может повыситься до 20—22%. В таких случаях, чтобы не уменьшать загрузку сырья в разварники, в осаживатель I ступени добавляют теплую чистую воду в таком количестве, чтобы концентрация снизилась до 17,0—18,0%. Зная объем затора, откачиваемого в течение 1 часа, и его концентрацию, нетрудно

рассчитать количество воды, необходимое для разбавления. Дозируют воду с помощью отградуированного крана со шкалой. В осаживатель вода вводится через воронку с таким расчетом, чтобы струя ее была видна варщику.

Осаживающая способность сладкого затора, определяемая через каждый час, является важным показателем непрерывного осахаривания. Нарушения в дозировке продуктов и температурного режима немедленно ухудшают осаживающую способность затора.

Качество затора признается хорошим, если осаживающая способность его равна 0,3—0,4 см³. При отрегулированной работе узла осахаривания осаживающая способность затора остается стабильной на этом уровне до тех пор, пока не изменится качество солода. Осаживаемый затор, взятый в любой момент на выходе из осаживателя II ступени, должен выдерживать пробу на иод.

Охлаждение затора

Из осаживателя II ступени сладкий затор поступает в теплообменник для охлаждения до температуры складки: при двухсуточном брожении до 23—24°, а при трехсуточном — до 17—19°.

Для охлаждения затора чаще всего применяют теплообменники «труба в трубе». Оросительные теплообменники, как менее удобные в эксплуатации, применяют реже.

Продолжительность охлаждения обычно не превышает 12—18 мин. Летом для охлаждения пользуются артезианской водой. Отходящая из теплообменника вода сливается в воронку, и струя ее должна быть видна теплообменнику. При износе резиновых колец и по другим причинам теплообменник дает течь, в результате чего в затор может попасть вода и наоборот. Поэтому отходящую воду изредка контролируют на присутствие в ней сахара.

Для обнаружения течи входной штуцер для затора отсоединяется от продуктового трубопровода, и в межтрубную часть теплообменника пускается вода. При наличии течи вода пройдет в штуцер. Чтобы установить, какая именно труба протекает, надо вскрыть на одной стороне все лючки и проверить поочередно все трубы теплообменника.

Поступление воды на теплообменник автоматически регулируется пневматическим терморегулятором. Наблюдаемые при этом значительные температурные отклонения не ухудшают качества затора и вполне допустимы, лишь бы средняя температура поступающего в бродильные аппараты затора отвечала установленной температуре складки. Поэтому ручное регулирование при охлаждении сладкого затора почти исключается.

Отъем затора на дрожжи

Предназначенный для приготовления дрожжей затор рекомендуется отбирать при выходе из осахаривателя II ступени. Для этой цели служит ответвление продуктового трубопровода, соединяющее его с дрожжанками. Поступление сырья для варки регулируется в течение суток с таким расчетом, чтобы ко времени отъема затора на дрожжи качество его отвечало требованиям дрожжевого отделения. Приготовление и сбраживание дрожжевых заторов происходит так же, как и при периодической схеме производства.

Заполнение бродильных аппаратов

В зависимости от емкости бродильных аппаратов заполнение их затором продолжается от 2 до 12 часов. Аппараты, для заполнения которых требуется 16—24 час., встречаются редко, так как эксплуатация их оказалась весьма тяжелой, с частыми нарушениями режима брожения. Наиболее целесообразными являются бродильные аппараты, соответствующие сменной производительности завода. Кроме технологических преимуществ, это облегчает посменный учет и контроль производства.

В бродильный аппарат затор должен поступать равномерно, с определенной скоростью, по графику. Независимо от размера бродильного аппарата заполнение его должно быть закончено либо в период взбраживания, либо в первой половине главного брожения, когда концентрация среды равна 10—12% и не ниже 9%. Если по тем или иным причинам скорость притока затора в бродильный аппарат была недостаточной, а концентрация сбраживаемой среды тем временем оказалась менее 9%, то оставшаяся свободная емкость аппарата не должна заполняться свежим затором, так как это приводит

к большому недоброду и низкому выходу спирта. В этом случае надо начать заполнение очередного бродильного аппарата.

В условиях непрерывного поступления сладкого затора задавать зрелые дрожжи в бродильный аппарат надо с такой скоростью, чтобы кислотность среды в нем не превышала 0,5°. Поэтому молочнокислые дрожжи можно подавать в количестве 15%, а сернокислые — 20% по объему сладкого затора, поступающего в бродильный аппарат одновременно с дрожжами. При более быстром спуске дрожжей кислотность сбраживаемого затора превысит 0,5°, и это заметно снизит его осахаривающую способность. Дрожжи и сладкий затор одновременно должны поступать в бродильный аппарат, в противном случае на дне его может оказаться затор, не обсемененный дрожжами.

Бродильные аппараты наполняются непрерывно-проточным способом, а брожение происходит периодически.

ПУСК И ОСТАНОВКА АППАРАТОВ ДЛЯ РАЗВАРИВАНИЯ И ОСАХАРИВАНИЯ

Пуск аппаратов в начале производства или после длительной остановки

Прежде всего тщательно очищают внутреннюю поверхность бака горячей воды, предразварников, разварников, выдерживателя и осахаривателя I ступени. При этом проверяют состояние металла с целью обнаружения раковин, истирания и других дефектов. Одновременно проверяют исправность запорной арматуры, затворов, решетки, водоуказательных стекол, манометров и пр. Затем начинают опробование аппаратов и трубопроводов на воде и паре.

Предразварники наполняют водой на 60% их полезной емкости. При этом проверяют герметичность затворов нижних люков. Верхние люки закрывают и соединяют предразварники с паровым пространством выдерживателя и баком горячей воды, открыв перед этим задвижки и вентили на соответствующих трубопроводах. Наполняют водой гидравлический затвор выдерживателя с таким расчетом, чтобы высота столба воды в каждом его колене равнялась 3,5 м.

После спуска воды в разварники, предразварники

вновь заполняют водой. Затем нагревают воду в разварниках под давлением 2—3 *ати* и выдувают ее в выдерживатель. При этом проверяют поступление в предразварники пара самоиспарения и отвод избытка его в бак горячей воды. Во время выдувания поднимают на 1—2 мин. давление в выдерживателе до 0,6—0,7 *ати*, немного перекрывая задвижку на пароводящей трубе к предразварникам. При таком давлении должен сработать гидравлический затвор. Если он не сработал, то необходимо проверить и очистить U-образный изгиб трубы. Одновременно с этим проверяют работу поплавков выдерживателя, герметичность прокладок под крышками его люков и исправность манометров, термометров, кранов и прочей арматуры.

После тщательной очистки и мойки внутренней поверхности дозаторов и расходных чанов солодового молока наполняют их водой, нагретой до 95°, и на каждые 100 л воды прибавляют 2 кг хлорной извести или 20,0 *мл* формалина.

Для очистки межтрубного пространства теплообменника от загрязнений и накипи производят продувку острым паром, при этом конденсат спускают в канализацию.

Продлав все указанные операции, спускают воду из выдерживателя в осаживатель I ступени и по заполнении его включают продуктовый насос для подачи воды через осаживатель II ступени и теплообменник в бродильные аппараты и дрожжанки. Одновременно включают в действие дозатор солодового молока, с помощью которого промывная вода из расходных чанов подается в осаживатели. В это же время проверяется исправность дозаторов.

За 1,0—1,5 часа до освобождения выдерживателя от воды начинают варку сырья. Разварники включают в такой последовательности, чтобы интервал между двумя выдуваниями составлял не более 15—20 минут с тем, чтобы возможно скорее заполнить выдерживатель разваренной массой.

В период заполнения выдерживателя производится стерилизация острым паром всей аппаратуры непрерывного осаживания. Перед этим из расходных чанов, осаживателей и теплообменника вода спускается в канализацию. Все без исключения аппараты, насосы, доза-

торы и трубопроводы данного узла стерилизуются в течение 45—60 мин. под давлением пара 0,5—1,0 *ати*. Образующийся при этом конденсат спускается в канализацию через соответствующие краны в дрожжевом и бродильном отделениях.

По окончании стерилизации разваренная масса подается в осаживатель I ступени, куда заблаговременно задается по объему 2% солодового молока. После разжижения массы включается дозатор солодового молока и продуктовый насос. Вначале они работают на небольшой производительности, а затем постепенно увеличивают ее по мере установления стабильного температурного режима.

Плановые и непредвиденные остановки

Плановые длительные остановки приурочиваются к окончанию заполнения бродильного аппарата с таким расчетом, чтобы это совпало с полной выработкой всего сырья, находящегося в аппаратуре варочного отделения и станции осаживания. По освобождении аппаратов и трубопроводов их промывают, дезинфицируют и стерилизуют в последовательности, описанной в главе VI.

При непредвиденных остановках прежде всего принимают меры, чтобы не допускать излишнего разваривания сырья, а также к освобождению и стерилизации тех аппаратов и трубопроводов, где очень скоро может произойти застывание крахмальной массы и закисание солодового молока.

В зависимости от продолжительности остановки и обстоятельств, при которых она произошла, поступают по-разному, причем перерывы в работе используются для проведения дезинфекции.

Если во время остановки нельзя пользоваться паром и электроэнергией, то наличные в аппаратах продукты дезинфицируются. Для этого на каждые 100 л солодового молока, находящегося в расходных чанах, задается по 300—400 *мл* 40-процентного формалина, а на 100 л затора, находящегося в осаживателе I ступени, — по 20—30 *мл*. Из осаживателя II ступени, теплообменника и продуктовых трубопроводов заторную массу вытесняют водой в бродильный аппарат. Необходимо также освободить от разваренной массы трубопровод, соединяющий выдерживатель с осаживателем.

ГЛАВА VI

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ИНФЕКЦИИ В АППАРАТАХ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Сырые материалы и полупродукты спиртового производства являются хорошей средой для развития многочисленных микроорганизмов, в том числе и таких, которые превращают сахар в молочную, уксусную, масляную, лимонную и другие кислоты. Наибольшую опасность и вред приносят производству маслянокислые, уксуснокислые и молочнокислые бактерии. Менее опасны, хотя и вредны, плесени и дикие дрожжи. Посторонние спиртовому брожению микроорганизмы для своего размножения и образования кислот потребляют сахар, а некоторые спирт, что является прямой потерей, уменьшающей выход спирта. Продукты жизнедеятельности этих микроорганизмов угнетают дрожжи.

Наибольший вред микроорганизмы причиняют тем, что образуемые ими органические кислоты инактивируют амилазу солода, отчего осахаривание и сбраживание заторов ухудшается и выход спирта снижается.

Затор подвержен опасности заражения микроорганизмами с момента затирания до окончания брожения. В местах застаивания заторной массы развиваются в большом количестве разнообразные микроорганизмы. При возникновении очагов инфекции, что является следствием грязного содержания аппаратов, трубопроводов и нарушения основных правил технологического режима, производительность спиртового завода и выход спирта значительно уменьшаются.

Методы выявления инфекции и способы предупреждения ее подробно освещены в литературе¹. Поэтому в на-

¹ А. Г. Забродский, Борьба с потерями от инфекции в спиртовом производстве, Гостехиздат Украины, 1950.

стоящей главе рассматриваются способы предупреждения и борьбы с инфекцией лишь в тех узлах производства, которые присущи полунепрерывной схеме.

ВОЗМОЖНЫЕ ОЧАГИ ИНФЕКЦИИ

В аппаратах непрерывного действия образованию очагов инфекции препятствует непрерывный поток продуктов. В этом отношении непрерывно действующие аппараты имеют явное преимущество перед аппаратами периодического действия. Однако при несоблюдении установленного графика и режима очистки и стерилизации аппаратуры инфекция может принести весьма значительный ущерб и при непрерывной схеме производства.

Узел приготовления солодового молока

Солодовое молоко является хорошей средой для размножения многих микроорганизмов, встречающихся на спиртовых заводах. Применение доброкачественного в микробиологическом отношении солода не избавляет от инфекции, если солододробилка, чан для приготовления солодового молока, расходный чан, дозаторы, насосы и трубопроводы ежедневно не промываются водой и не стерилизуются паром. В этих аппаратах очаги инфекции образуются в тех местах, где смачивание солодовым молоком происходит периодически, т. е. на внутренней стороне крышек, верхней части стенок, внутри трубопроводов, в арматуре, насосах и пр. Солодовое молоко может также оказаться инфицированным, если ящики, вагонетки, транспортеры и другие средства передвижения солода из солодовни к месту дробления содержатся в грязном состоянии и не дезинфицируются. Особенно опасным является солодовое молоко, если оно не используется в течение нескольких часов.

Выдерживатель

В выдерживателе разваренная масса сырья находится при температуре около 105°, и казалось бы, что образование в нем очагов инфекции невозможно. Однако это не так. На решетке и особенно под ней, в нижнем конусе и вблизи стенок, в результате скопления загрязнений (соломы и пр.), а также вследствие выдувания в холодный выдерживатель образуются сгустки крахмальной

массы, которые и охлаждаются до температуры, благоприятной для развития микроорганизмов. При переработке дефектного картофеля в выдерживатель выдуваются трудно развариваемые клубни, пораженные гнилью или многократно подвергавшиеся замораживанию. Незаваренное сырье является источником маслянокислых бактерий и их спор, весьма устойчивых против действия высокой температуры. В локализованных участках крахмальной массы, остывшей до 40—50°, развиваются бактерии, что придает массе зловонный запах, обнаруживаемый при вскрытии выдерживателя. Поэтому периодическая очистка выдерживателя является необходимой не только для очистки решетки от засорения, но и для устранения очагов инфекции.

Осахариватель I ступени

В осахаривателе I ступени происходит непрерывное движение массы и поддерживается довольно высокая температура (60—61°). Эти условия препятствуют развитию многих микроорганизмов. Однако на внутреннюю поверхность крышки и верхнюю часть стенок всегда попадают брызги заторной массы, которые инфицируются и закисают.

Продуктовые насосы

В плунжерных насосах, служащих для подачи заторной массы и солодового молока, инфекция накапливается в сальниковых уплотнениях и воздушных колпаках, т. е. в местах, где нет непрерывного потока жидкости. Особенно опасны в этом отношении воздушные колпаки, так как они заполняются жидкостью, которая не обновляется при работе насоса. Для устранения этого необходимо изменить соединение колпака с насосом так, чтобы при работе жидкость в нем непрерывно менялась. Не менее опасным очагом является узел трубопроводов, связывающий два параллельно работающих насоса. В резервном насосе и прилегающих к нему трубопроводах за очень короткий срок возникают очаги инфекции.

Осахариватель II ступени и теплообменник

Быстрое развитие вредных микроорганизмов в осахаривателе II ступени и, особенно, в теплообменнике, где температура снижается с 60 до 25°, возможно лишь при

нерегулярной работе, с остановками на срок более двух часов. При непрерывной работе этих агрегатов инфекция постепенно накапливается во фланцевых соединениях труб, арматуре, пробных кранах и пр. Особенно опасными в этом отношении являются всякого рода арматура, отводы и отростки труб, где жидкость застаивается. Поэтому при установке осахаривателя и теплообменника ни в коем случае нельзя допускать даже небольших участков труб, где бы заторная масса могла задерживаться. Сказанное в равной мере относится и к арматуре. С этой точки зрения лучшим типом осахаривателя является трубчатый.

Продуктовые трубопроводы

В продуктовом трубопроводе, связывающем теплообменник с бродильными аппаратами, неизбежно возникает инфекция во всех тех местах, где заторная масса не движется. Чаще всего это бывает в арматуре и отрезках труб, расположенных между отдельными бродильными аппаратами. Поэтому перед заполнением последних необходимо стерилизовать те участки трубопровода, которые до этого не были в работе.

Весьма опасные очаги инфекции образуются в коротких участках водяных и паровых труб, в местах соединения их с аппаратами и продуктовыми трубопроводами, особенно в тех случаях, когда вентиль или кран расположен на некотором расстоянии от аппарата.

Метод обнаружения инфекции

Очаги инфекции устанавливаются по биохимическому методу, разработанному А. Г. Забродским. По этому методу инфицированность продуктов производства устанавливается опытным брожением, которое производят в лабораторных условиях. Средой для опытного брожения является нефилтрованный затор (стерилизованный или нестерилизованный, в зависимости от поставленной цели). В затор вносятся исследуемый продукт (солод, вода, содержимое трубопровода и пр.) и дрожжи и производится сбраживание в течение двух суток при 27—30°. По окончании брожения определяют кислотность 20 см³ бражки титрованием децинормальным NaOH с применением метилового красного в качестве

индикатора. По разности кислотности сбродившего испытуемого и контрольного затора судят о наличии и характере инфекции в том или ином участке производства.

Для проверки по данному методу наличия инфекции в аппаратах непрерывного осахаривания и охлаждения, необходимо в лабораторных условиях провести опытное сбраживание, причем сладкий затор отбирают в следующих местах:

- 1) перед продуктовым насосом;
- 2) за этим насосом;
- 3) перед входом в осахариватель II ступени;
- 4) после выхода из него;
- 5) перед входом в теплообменник;
- 6) после выхода из теплообменника;
- 7) перед бродильным аппаратом.

При правильном режиме очистки и дезинфекции аппаратов непрерывного действия нарастание кислотности во всех пробах затора за время сбраживания не должно превышать 0,2°. Если же нарастание кислотности больше, то это указывает на наличие инфекции в том месте, откуда взята проба затора. Возникнув в одном месте, инфекция быстро распространяется во всей установке непрерывного действия.

СТЕРИЛИЗАЦИЯ И ДЕЗИНФЕКЦИЯ АППАРАТОВ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Большинство микроорганизмов, встречающихся в спиртовом производстве, погибают при температуре 60—80°. Для уничтожения более устойчивых к температуре диких молочнокислых, уксуснокислых и других кислотообразующих бактерий необходимо нагревание до температуры 100—105° в течение 20—30 минут, а при наличии среди них маслянокислых бацилл — до 110—115° в течение 40—60 минут. Споры же многих микроорганизмов выдерживают кипячение в течение нескольких часов и погибают лишь при кратковременном нагревании до 120—130°.

Стерилизация, как метод борьбы с инфекцией, более эффективна, чем дезинфекция химическими веществами (антисептиками). Практическое выполнение стерилизации проще, легче и дешевле дезинфекции. Поэтому горячая вода и пар являются лучшими и

основными средствами борьбы с инфекцией на спиртовом заводе.

Мойка и стерилизация аппаратов и трубопроводов должны выполняться организовано и в сроки, установленные графиком. Для этого необходимо при монтаже непрерывно действующего оборудования предусмотреть устройство трубопроводов горячей воды и пара, как это показано на рис. 35.

Из бака 4 по трубе *a* горячая вода через предохранитель 2 поступает в разварник 1, где нагревается под давлением 1—2 *ати*. По продуктовому трубопроводу *b* эта вода выдувается в выдерживатель 3, чем достигается промывка его и удаление остатков крахмальной массы, удерживаемой сорными примесями, скопившимися на решетке. Промывка осахаривателя I ступени производится горячей водой из трубы *г* с помощью шланга. Подвод воды по трубе *в* и пара по трубе *д* позволяет в любой момент и в короткий срок вытеснить водой заторную массу, промыть и пропарить ловушку 11, продуктовый насос 10, осахариватель II ступени 9, теплообменник 8 и весь связывающий их продуктовый трубопровод *з*, от осахаривателя I ступени до бродильных аппаратов.

Расходные чаны солодового молока 13 и относящиеся к ним продуктовые трубопроводы *е* и *ж* промываются водой из трубы *и* и стерилизуются паром из трубы *к*. Для прочистки паром дозатора 14 служит труба *л*.

По трубе *м* поступает пар для стерилизации дрожжанок 5 и бродильных аппаратов 7. Паровая труба *н*, подключенная к продуктовому трубопроводу *з*, служит для стерилизации его свободных от заторной массы участков. Пользование этой трубой избавляет от необходимости прекращения подачи затора в любой из бродильных аппаратов. Бражной спускной трубопровод *у* промывают и стерилизуют из трубы *п* и холодной водой из трубы *ф*.

Труба *о* служит для пропарки продуктового трубопровода *р* до и после подачи дрожжевого затора, а труба *с* — для пропарки трубопровода *т*, по которому зрелые дрожжи спускаются в бродильные аппараты.

В бак 6 поступает чистая горячая вода из брагоректификационного аппарата. По трубам *х* и *ц* она подводится к дрожжанкам и бродильным аппаратам для промывки их с помощью резиновых шлангов. Промывные

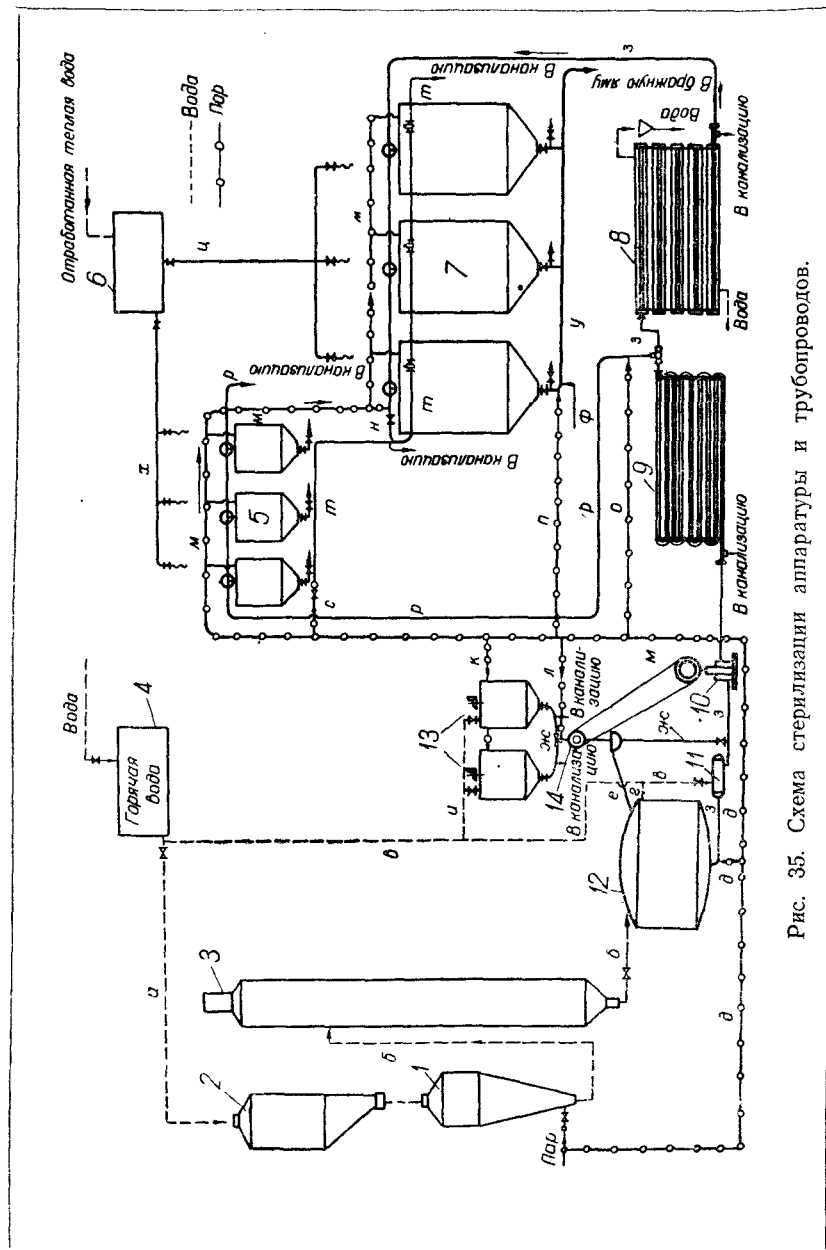


Рис. 35. Схема стерилизации аппаратуры и трубопроводов.

воды и конденсат, образующийся во время пропарки, удаляются в канализацию через спускные краны и пробки, обозначенные на рисунке стрелкой.

Подлежащее стерилизации оборудование и трубопроводы промываются водой и прогреваются паром до температуры 100° , а образующийся при этом конденсат спускается в канализацию. Затем спуск конденсата прекращается, температура повышается до $110-115^{\circ}$ и стерилизация продолжается при этих условиях 30 минут.

Стерилизация применима только для аппаратов и оборудования закрытого типа. Там, где она невозможна, производится дезинфекция. Для этой цели применяются растворы химических веществ, обладающих бактерицидными свойствами, в следующих концентрациях (в процентах):

сернистая кислота и формалин	0,2—0,5
хлор	0,4—0,5
хлорная известь	1,5—2,0
сернокислая медь	1—2
каустическая сода	2—3
антиформин, антибактерин и виктолидин	1—2
техническая серная кислота	2—3
серная кислота	3—5
известь обожженная	10—15.

Сернистую кислоту применяют для дезинфекции помещений и деревянной аппаратуры, а также для дезинфекции солодового зерна и зеленого солода. Серную кислоту применяют для дезинфекции деревянной посуды и подкисления дрожжевых заторов. Сернокислую медь в количестве 2—3% добавляют к известковому раствору при побелке помещений.

Остальные из перечисленных антисептиков употребляются для дезинфекции оборудования и помещений. Обожженная известь и хлорная известь, как наиболее дешевые антисептики, применяются ежедневно, а формалин, каустическая сода, антиформин и другие более сильные антисептики, оказывающие корродирующее действие на металл, — периодически (один раз в 5—7 дней). Если имеется опасность инфекции, то сильные антисептики употребляются до тех пор, пока кислотность бражки не снизится до нормы.

При дезинфекции достигается положительный эффект

лишь в тех случаях, когда из аппаратов и трубопроводов удалены остатки заторной массы, бражки, солодового молока и пр. Поэтому перед дезинфекцией следует очистить и промыть их водой. После нанесения на поверхность антисептика производится 20—30-минутная выдержка. Раствор обыкновенной и хлорной извести, нанесенный на поверхность оборудования с целью дезинфекции, после 20—30-минутного воздействия обязательно надо смыть водой. Остальные названные антисептики водой не смываются.

В случаях особо сильной и упорной инфекции необходимо сначала производить дезинфекцию тем или иным антисептиком, а затем стерилизацию паром.

ПРАВИЛА СТЕРИЛИЗАЦИИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Агрегаты непрерывного действия могут работать без очистки и стерилизации более длительный срок, чем агрегаты периодического действия. Для достижения этого необходимо, однако, чтобы мойка, стерилизация и дезинфекция, производимые по строго установленному графику, выполнялись особенно тщательно и аккуратно. Несоблюдение установленных правил приводит к распространению инфекции во всей системе связанных между собой аппаратов и трубопроводов.

В технологической инструкции по производству спирта, утвержденной Главспиртом в 1948 г., подробно изложены санитарно-гигиенические требования, выполнение которых обязательно на каждом спиртовом заводе. Поэтому ниже приводятся правила стерилизации и дезинфекции лишь новых непрерывно действующих аппаратов, которые в указанной инструкции еще не значатся.

Чаны приготовления солодового молока и расходные чаны освобождаются, промываются горячей водой и стерилизуются при непрерывной работе один раз в смену, а при нерегулярной — после каждой остановки длительно — более одного часа. Чан приготовления солодового молока, обычно находящийся в солодовне, моют и стерилизуют после каждого освобождения, но не реже одного раза в смену.

Дозаторы и делители солодового молока моют и стерилизуют один раз в смену, причем одновременно и в те же сроки, что и расходные чаны солодового молока.

Если дозатором служит плунжерный насос, то особое внимание должно быть обращено на прогревание паром клапанной коробки, воздушного колпака и связанных с насосом трубопроводов.

Выдерживатель освобождается от массы и подвергается очистке и стерилизации один раз в 5—7 суток. Если мусор и сгустки крахмала удаляются из выдерживателя неполностью, то инфекция возникает скорее, и это вызывает необходимость более частой остановки выдерживателя на стерилизацию.

Осахариватель I ступени полностью освобождается от затора, очищается и стерилизуется горячей водой и паром зимой через каждые 5—7 суток, а летом через 3—4 суток. Ежедневно производится лишь промывка внутренней стороны крышки и стенок выше уровня жидкости. Одновременно пропариваются трубопроводы, по которым солодовое молоко поступает через дозатор в осахариватель I ступени и всасывающую трубу продуктового насоса. Приспособление, облегчающее стерилизацию этих трубопроводов, изображено на стр. 215.

Из продуктовых насосов и относящихся к ним всасывающих трубопроводов и ловушки заторная масса каждую смену вытесняется горячей водой, после чего закрывается кран за насосом и весь узел прогревается паром под давлением до 1 атм в течение 15 минут.

Трубчатый осахариватель II ступени и теплообменник, после вытеснения из них сладкого затора горячей водой, промываются водой и стерилизуются через каждые 5—7 суток непрерывной работы и после каждой остановки длительно — более 1 часа. Летом аппараты останавливают для стерилизации чаще. Если при монтаже допущены ошибки и упущения, следствием которых получились хотя бы самые небольшие непроточные участки в трубопроводах или арматуре, в которых задерживается продукт, то, до устранения этих недочетов, осахариватель и теплообменник подвергают стерилизации не реже одного раза в сутки. Цилиндро-конический осахариватель освобождают от затора, промывают водой через люк и стерилизуют один раз в сутки.

Продуктовый трубопровод, связывающий теплообменник и бродильные аппараты, в той его части, где заторная масса движется непрерывно, промывается и стерилизуется одновременно с теплообменником, т. е. через

5—7 суток. Ответвления трубопровода, используемые периодически, стерилизуются каждый раз перед включением в действие, т. е. перед началом заполнения очередного бродильного аппарата. Еще лучше пустующие участки продуктового трубопровода бродильного отделения выдерживать все время под текучим паром. «Паровые пробки», как способ борьбы с инфекцией, широко практикуются на ацетоно-бутиловых заводах. Этот опыт заслуживает внедрения и в спиртовом производстве.

Трубопроводы, служащие для отъема дрожжевого затора и для спуска зрелых дрожжей, прогреваются паром в течение 20—30 минут до заполнения их продуктом и после освобождения от него.

Места подключения водяных и паровых труб к аппаратам и продуктовым трубопроводам промываются водой или продуваются паром не реже одного раза в смену.

Из приведенного выше следует, что часть оборудования полунепрерывной схемы может работать без остановки на дезинфекцию зимой от 5 до 7 суток, а летом от 3 до 4 суток; часть же оборудования может работать без дезинфекции только одни сутки, а часть — всего одну смену. В соответствии с этим в графике работы завода предусматривается дезинфекция ежедневная, ежесуточная и еженедельная.

Ежесменно дезинфекции подвергаются узел солодового молока, где особенно быстро накапливается инфекция, и узел продуктовых насосов, с относящимися к ним всасывающими трубопроводами, воздушными колпаками и ловушкой. Проведение сменной дезинфекции приурочивается обычно к окончанию заполнения бродильного аппарата. Если же это почему-либо невозможно, то дезинфекцию производят в конце смены.

Перерыв в производстве, связанный с ежесменной дезинфекцией, не должен превышать 15 минут. Последовательность работ при этом такова. Прежде всего останавливается солододробилка и освобождается чан приготовления солодового молока, которые моются теплой водой и дезинфицируются раствором хлорной извести. По истечении 15—20 минут антисептик смывают водой. Промывную воду откачивают насосом в один из заранее к этому подготовленных расходных чанов солодового молока, после чего включают в работу солододробилку, а насос и трубопровод пропаривают в течение 15—20 ми-

нут. Перед пуском пара спускают воду через клапанную коробку насоса. В это же время стерилизуют первый расходный чан и относящийся к нему дозатор солодового молока. Промывную воду и конденсат спускают через воронку в канализацию. Освободив второй расходный чан, его так же стерилизуют.

Если солодовое молоко из обоих расходных чанов поступает через один дозатор, то на 15 минут останавливается продуктовый насос и прекращается поступление в осахариватель I ступени солодового молока и разваренной массы. В течение этой кратковременной остановки промывают и стерилизуют дозатор и трубопроводы, соединяющие его с осахаривателем и всасывающей трубой насоса. Одновременно с этим горячей водой вытесняется заторная масса из ловушки, продуктового насоса и его воздушного колпака. После очистки от сорных примесей этот узел, начиная от запорного крана осахаривателя I ступени и кончая краном за продуктовыми насосами, прогревают паром под давлением до 1,0 *ати* в течение 10—15 минут. Работающий и резервный насосы стерилизуются в одно и то же время. При этом небольшое количество пара все время пропускается через краники воздушных колпаков, а образующийся конденсат спускается через клапанную коробку резервного насоса.

Описанные операции повторяются три раза в сутки, т. е. каждую смену.

Ежесуточную дезинфекцию производят лишь при неправильном монтаже аппаратуры и трубопроводов и быстрого накопления инфекции по этой причине, а также в случае применения цилиндрико-конического осахаривателя II ступени. В этом случае один раз в сутки осахариватель II ступени и теплообменник освобождают от заторной массы, промывают горячей водой и стерилизуют в течение 20 минут. Одновременно с ними стерилизуют все продуктовые трубопроводы на участке от осахаривателя I ступени и до бродильных аппаратов.

Ежесуточная дезинфекция включает в себе одну сменную дезинфекцию и приурочивается к окончанию залива бродильного аппарата.

Еженедельная дезинфекция предусматривает прекращение производства на 5—6 часов. В течение этого времени освобождаются от продуктов и стерилизуются все

аппараты и трубопроводы варочного отделения и станции осахаривания. Если по каким-либо причинам в аппаратуре и трубопроводах быстро накапливается инфекция, то сроки проведения еженедельной дезинфекции (5—7 суток зимой и 3—4 суток летом) сокращаются. Еженедельная дезинфекция выполняется в такой последовательности.

Предразварники и разварники заранее освобождаются от сырья, затем подается вода в 1—2 разварника, которая нагревается под давлением 2—3 *ати*. Из разварников вода в 2—3 приема выдувается в выдерживатель для удаления из него остатков крахмальной массы, удерживаемой сорными примесями на решетке и конусном днище. Убедившись в том, что стекающая в осахариватель вода не содержит крахмала, быстро выдувают из разварников остальную часть воды, заполняя ею 20—30 % емкости выдерживателя.

К этому времени должны быть опорожнены расходные чаны солодового молока и осахариватель I ступени. Расходные чаны, дозатор, делитель и относящиеся к ним трубопроводы моются при помощи щетки теплой водой и дезинфицируются хлорной известью.

Как только закончится выкачка затора из осахаривателя I ступени, его отключают, очищают от сорных примесей и промывают теплой водой из шланга. Одновременно с этим горячей водой, поступающей из бака во всасывающую трубу продуктового насоса, вытесняют заторную массу из осахаривателя II ступени и теплообменника в бродильный аппарат. Во избежание потерь затора очень важно правильно установить момент, когда промывная вода должна быть направлена в канализацию. По окончании промывки воду из осахаривателя II ступени и теплообменника спускают в канализацию через соответствующие краны, а также через продуктовый насос и ловушку. Затем эти аппараты и связывающие их трубопроводы заполняют горячей водой из выдерживателя.

Освобожденный от воды выдерживатель вскрывают и, после охлаждения водой из шланга, очищают внутри от сорных примесей и остатков крахмальной массы и тщательно промывают водой из шланга. По окончании промывки устанавливают на место решетку, закрывают люк и выдерживатель после прогревания паром готов к приему разваренной массы.

В заполненном горячей водой состоянии оба осахаривателя и теплообменник выдерживают 20—30 минут, а затем всю воду из осахаривателя I ступени выкачивают в дрожжевое и бродильное отделения, а остаток ее из осахаривателя II ступени и теплообменника спускают в канализацию. Свободные от воды аппараты и трубопроводы этого узла прогреваются паром под давлением 0,5—1,0 *ати* в течение 40—60 мин. Эти аппараты целесообразно пропаривать и дольше, прекращая пропарку лишь за 10—15 мин. до включения аппаратов в работу. Образующийся при этом конденсат спускают в канализацию через соответствующие краны на продуктовых трубопроводах бродильного и дрожжевого отделений (рис. 35). Одновременно с этим пропаривают трубопроводы солодового молока, связывающие дозатор и делитель солодового молока с осахаривателями I и II ступени.

Заблаговременно начинают варку сырья. Затем выдувают готовую массу. Как только выдерживатель заполнится разваренной массой на половину своего объема, часть ее подается в осахариватель I ступени, в который заранее задается 20—30 *дкл* теплой воды и 5—10 *дкл* солодового молока. По охлаждении массы до 70°, включается в действие дозатор (при холостом ходе насоса) и подается солодовое молоко в количестве 10—15% от объема жидкости в осахаривателе. При температуре около 60° в течение 20—25 мин. достигается разжижение и частичное осахаривание затора. Лишь после этого начинается непрерывное поступление массы из выдерживателя, и при установившейся температуре в 60—61° начинается откачка затора в осахариватель II ступени.

Плановую еженедельную остановку производства для дезинфекции производят в дневное время, приурочивая ее к окончанию заполнения бродильного аппарата. Поэтому очень важно правильно определить количество сырья на верстате, чтобы оно вместились в намеченном бродильном аппарате.

За 5—6 часов, затрачиваемых на генеральную дезинфекцию, производят ремонтные работы, требующие для своего выполнения выключения пара, воды или электроэнергии.

При непредвиденных остановках производства на срок до 1 часа это время используется для проведения смен-

ной дезинфекции, если таковая до этого не производилась.

Если же перерыв в работе превышает 1 час, то осаживатель II ступени и теплообменник освобождают от заторной массы и стерилизуют паром. Одновременно с этим моют и дезинфицируют все свободное оборудование солодового молока.

В случае остановки производства на срок более 3—4 часов производится генеральная дезинфекция всех аппаратов, как описано выше.

Микроорганизмы теряют жизнеспособность лишь при длительном воздействии высокой температуры. Поэтому ожидаемый положительный эффект от стерилизации достигается лишь в том случае, когда соблюдается не только установленный режим температуры и давления, но и продолжительность этого процесса. Количество расходуемого пара должно быть таким, чтобы из стерилизуемых аппаратов и трубопроводов выделялся горячий конденсат и немного пара. Стекающая по стенкам аппаратов горячая вода промывает их и стерилизует. На практике иногда допускается ошибка, заключающаяся в том, что пропаривание ведется быстро. При этом затрачивается большое количество пара, выпускаемого из аппаратов наружу. Такая стерилизация превращается в продувку, которая, не говоря уже о потере пара и порче помещения, не приносит никакой пользы.

ГЛАВА VII

ХИМИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И УЧЕТ

Осахаривание разваренной массы зависит от качества зеленого солода, степени его измельчения и температурного режима. Не менее важным фактором является правильная дозировка зеленого солода.

По периодической схеме производства спирта осаживание в заторном чане протекает отдельными чередующимися циклами. Для каждого цикла — «затора» взвешивается определенное количество зеленого солода, которое после дробления смешивается с водой и в виде солодового молока в 2—3 приема спускается в заторный чан. Количество воды, взятое для приготовления солодового молока, и постоянство его объема не сказываются на результате осаживания и могут только изменить концентрацию сухих веществ в осаживаемом заторе.

В иных условиях происходит подача солодового молока для осаживания разваренной массы при полунепрерывной технологической схеме. Солодовое молоко должно непрерывно подаваться в осаживатели. Для нормального осаживания, кроме указанных факторов, в данном случае требуется соблюдение постоянного соотношения объемов осаживаемой массы и солодового молока, содержание необходимого количества зеленого солода в единице объема солодового молока, в соответствии с принятой нормой, точность и равномерность работы дозатора солодового молока.

Всякое нарушение этих условий может привести к ухудшению процесса осаживания и понижению выхода спирта или к нежелательному перерасходу солода. Если, например, по недосмотру взять излишек воды для приготовления порции солодового молока, то в результате этого

понижается содержание зеленого солода в единице его объема. В таком случае, даже при правильной работе дозатора, когда в единицу времени подается требуемый объем солодового молока, на осахаривание будет поступать меньше солода. Осахаривание от этого ухудшится, и если такое нарушение будет часто повторяться, то в сладком заторе окажется недостаточное количество амилазы и брожение закончится с плохими показателями. Возможные случаи нарушения правил приготовления и дозировки солодового молока подробно рассмотрены в главе VIII.

Особое внимание надо обращать на правильный расчет объема и концентрации солодового молока и ежедневно следить за точностью работы дозаторов. Надо помнить, что без строгого соблюдения постоянства установленной концентрации и объема солодового молока и без систематической проверки работы дозаторов нельзя добиться стабильного режима осахаривания и хорошего выхода спирта.

Объем и концентрация солодового молока рассчитываются в зависимости от вида и крахмалистости сырья.

РАСЧЕТ ЧАСОВОГО РАСХОДА СОЛОДОВОГО МОЛОКА

При переработке сырья нормальной влажности и средней крахмалистости объем солодового молока по отношению к объему затора принимается равным 12—15%. С понижением или повышением крахмалистости сырья уменьшается или увеличивается количество солодового молока для получения затора нормальной концентрации. Необходимое для этой цели количество молока устанавливается опытом, который заключается в следующем.

В лабораторных условиях осахариваются равные объемы разваренной массы разными объемами солодового молока, содержащими одинаковое весовое количество зеленого солода (примерно 22—25 г в 100 мл). Осахаривание производится при температуре 55—57° в течение 20 мин. Таким образом устанавливается объем солодового молока, обеспечивающий получение затора требуемой концентрации.

Такие определения производятся каждый раз, когда резко изменяется крахмалистость и влажность сырья.

Полученные данные проверяются по производственному затору, получаемому на протяжении 4—8 час. Соот-

ношение солодового молока и заторной массы корректируют на основании проведенных наблюдений.

Установив требуемое соотношение объемов слодового молока и затора, производят соответствующую регулировку дозатора. Для регулирования дозатора необходимо определить часовую производительность завода по сладкому затору. Ее можно подсчитать с точностью, достаточной для практического применения, по следующим формулам.

При переработке зерна:

$$B = \frac{A(1 + \epsilon + 0,01y)}{d(1 - 0,01n)}; \quad (1)$$

при переработке картофеля:

$$B = \frac{A(1 + 0,01y)}{d(1 - 0,01n)}. \quad (2)$$

Здесь: B — производительность завода по сладкому затору (в $\text{м}^3/\text{час}$);

A — количество сырья, перерабатываемого в 1 час (в т);

ϵ — норма воды на разваривание 1 кг зерна (в л);

y — удельный расход пара на разваривание сырья (в процентах);

n — отношение объема солодового молока к объему всего затора (в процентах);

d — удельный вес разваренной массы, равный 1,08—1,09 кг/л и соответствующий концентрации 19—21 % вес.

Учитывая сокращение расхода пара в результате утилизации пара самоиспарения, величину y можно принять равной 50 % при переработке зерна и 17—20 % при переработке картофеля.

Определив часовую производительность по затору, рассчитывают требуемый часовой расход солодового молока M (в л/час) по формуле:

$$M = 10 n B. \quad (3)$$

Пример 1. Сырье — зерно; $A = 2,5$ т; $\epsilon = 1,9$ л; $y = 50\%$; $n = 15\%$; $d = 1,08$.

$$B = \frac{2,5(1 + 1,9 + 0,01 \cdot 50)}{1,08(1 - 0,01 \cdot 15)} = 9,26 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$M = 10 \cdot 15 \cdot 9,26 = 1389 \text{ л/час}.$$

Пример 2. Сырье — картофель; $A = 2,2$ т; $y = 17\%$; $n = 13\%$; $d = 1,8$

$$B = \frac{2,2(1+0,01 \cdot 17)}{1,08(1-0,01 \cdot 13)} = 2,74 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$M = 10 \cdot 13 \cdot 2,74 = 356 \text{ л/час}.$$

Величины B и M можно определить упрощенным способом, руководствуясь нормой выхода сладкого затора, установленной Главспиртом на 1951 г. в размере $1,5 \text{ м}^3$ из 1 т картофеля и $3,9 \text{ м}^3$ из 1 т зерна. В этом случае

$$B = A H, \quad (4)$$

$$M = 10 n A H, \quad (5)$$

где H — норма выхода сладкого затора на 1 т сырья (в м^3); остальные обозначения указаны выше.

Пример 3. Сырье — зерно; $A = 2,5$ т; $n = 15\%$; $H = 3,9 \text{ м}^3$.

$$B = 2,5 \cdot 3,9 = 9,75 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$M = 10 \cdot 15 \cdot 2,5 \cdot 3,9 = 1462 \text{ л/час}.$$

Следует отметить, что выход сладкого затора из 1 т сырья колеблется в пределах $1,35 — 1,5 \text{ м}^3$ для картофеля и $3,7 — 3,9 \text{ м}^3$ для зерна. Одной из причин таких колебаний является разная крахмалистость сырья. Поэтому при необходимости в осахариватель I ступени добавляют дополнительное количество воды для соблюдения нормальной концентрации сладкого затора.

РЕГУЛИРОВАНИЕ И ПРОВЕРКА РАБОТЫ ДОЗАТОРОВ

По найденному расходу молока проверяют и регулируют работу дозатора. Техника регулировки зависит от типа дозатора.

Дозатор ковшевой. Емкость барабана дозатора измеряют водой и определяют, какое количество жидкости отмеряется им за один оборот. Разделив часовой расход солодового молока на это количество и на 60, подсчитывают ориентировочно необходимое число оборотов дозатора в минуту.

Сообщив дозатору установленное количество оборотов, проверяют его работу следующим образом. Через желобок, помещенный под спускным отверстием дозатора, отбирают в течение 5—10 минут солодовое молоко и измеряют его объем. Одновременно с этим отсчитывают число

оборотов для проверки количества молока, подаваемого за один оборот. Исходя из полученных результатов измерения регулируют работу дозатора изменением числа оборотов в минуту или изменением емкости барабана. При монтаже необходимо предусмотреть возможность отбора из дозатора солодового молока мимо того аппарата, куда оно подается. Для этой цели спускное отверстие дозатора должно находиться на высоте 100—150 мм от верхнего края воронки, чтобы можно было подставить желобок для отбора молока. В противном случае исключается возможность проверки дозатора на ходу. Под спускным отверстием дозатора в крышке осахаривателя должна быть установлена воронка.

Насос. Если в качестве дозатора солодового молока служит насос, то производительность его за один ход плунжера рассчитывают по формуле:

$$Q = \frac{\pi d^2 h}{4 \cdot 1000}, \quad (6)$$

где: Q — производительность насоса (в л);

d — диаметр плунжера (в см);

h — ход плунжера (в см).

Разделив часовой расход солодового молока на производительность насоса за один ход и на 60, находят требуемое число ходов плунжера в одну минуту.

Для проверки работы насоса определяют объем расходуемого солодового молока за какой-нибудь промежуток времени. С этой целью измеряют наметкой уровень молока в расходном чане до и после проверки. Цена каждого деления наметки, в зависимости от габаритов расходного чана, должна равняться 1—3 дкл.

Лотковый дозатор. По емкости ковша, измеренной наливом воды, рассчитывают количество солодового молока, отмеряемого черпаком за одно качание.

Объем солодового молока, зачерпываемого при одном качании, определяется по формуле:

$$m = 0,01 n Z, \quad (7)$$

где: m — объем солодового молока, соответствующий объему затора, получаемого при одном качании лотка дозатора (в л);

n — процентное соотношение объемов солодового молока и затора;

З — объем затора (в л), получаемого в ковше при одном качании лотка дозатора.

Затем калибруют черпаки, забирающие солодовое молоко и сливающие его в ковш лотка. Для этого меняют просвет окна, прорезанного в передней стенке черпака, при помощи перекрывающей и вертикально передвигающейся пластинки, закрепляемой на болтах. Каждому положению пластинки соответствует определенный уровень жидкости в черпаке, а следовательно, и различный объем отмеряемого им солодового молока. Объем черпака проверяют так. Наполнив камеру солодового молока водой до установленного уровня, производят последовательно с небольшими интервалами 10—15 качаний лотка. Вода, забираемая черпаком, выливается при каждом качании в ковш, после чего ее сливают в мерный сосуд для измерения объема. Таким образом находят положение пластинки, при котором черпак будет отмерять молоко в требуемом соотношении с объемом затора.

Уровень и объем солодового молока можно также регулировать изменением ширины черпака. Возможность такого регулирования должна быть предусмотрена при конструировании лоткового дозатора.

При регулировании и проверке работы дозаторов особое внимание надо обращать на правильность деления солодового молока на две части в соответствии с режимом двухступенчатого осахаривания затора. Нарушение установленного соотношения количеств солодового молока, поступающего в осахариватели I и II ступени, может отрицательно повлиять на качество осахаривания.

РАСЧЕТ НОРМЫ ЗЕЛЕННОГО СОЛОДА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ 100 л СОЛОДОВОГО МОЛОКА

Каждаяготавливаемая порция солодового молока должна иметь одинаковый и постоянный объем. Переменной величиной должно быть только содержание зеленого солода в единице объема молока, которое зависит от качества солода, вида и крахмалистости сырья. Опыт первых спиртовых заводов, работающих по полунепрерывной схеме, показал, что это наиболее удобный способ дозирования солода.

При расчете нормы зеленого солода, необходимого для приготовления единицы объема солодового молока, надо исходить из следующих норм расхода зерна на со-

лод, принятых на Всесоюзном совещании работников спиртовой промышленности в августе 1949 г:

при переработке овса	— 20 %	по весу крахмала сырья
„ „ другого зерна	— 16 %	„ „ „ „
„ „ картофеля	— 14 %	„ „ „ „

Количество зеленого солода, которое должно содержаться в 100 л солодового молока, определяют по формуле:

$$C = \frac{a \kappa \Pi \partial}{n}, \quad (8)$$

где: C — содержание зеленого солода в 100 л солодового молока (в кг);

κ — крахмалистость сырья (в процентах);

Π — расход зерна на солод по весу крахмала сырья (в процентах);

a — содержание сырья в 1 м³ затора (в т);

∂ — коэффициент для пересчета веса солодового зерна на вес зеленого солода.

Величина ∂ , в зависимости от вида солода, может изменяться в пределах 1,35—1,5.

Величину a находят по формуле:

$$a = \frac{A}{B}. \quad (9)$$

Значение B вычисляют по формулам (1) и (2) или (4).

Величину a можно также определить по следующим формулам:

$$\text{для зерна: } a = \frac{d(1-0,01n)}{1+s+0,01y}; \quad (10)$$

$$\text{для картофеля: } a = \frac{d(1-0,01n)}{1+0,01y}. \quad (11)$$

Эти формулы получены при подстановке в уравнение (9) значение B из уравнений (1) и (2).

Пример 4. Сырье — зерно; $A = 2,5$ т/час; $B = 9,26$ м³/час; $K = 50\%$; $\Pi = 16\%$; $\partial = 1,5$; $n = 15\%$.

Тогда:

$$a = \frac{2,5}{9,26} = 0,27 \text{ т}$$

$$C = \frac{0,27 \cdot 50 \cdot 16 \cdot 1,5}{15} = 21,6 \text{ кг}.$$

Пример 5. Сырье — картофель; $A = 3,0$ т/час; $B = 4,5$ м³/час; $K = 20\%$; $P = 14\%$; $d = 1,5$; $n = 15\%$.

Тогда:

$$a = \frac{3,0}{4,5} = 0,67 \text{ т},$$

$$C = \frac{0,67 \cdot 20 \cdot 14 \cdot 1,5}{15} = 18,76 \approx 18,8 \text{ кг}.$$

Величину C можно также рассчитать по упрощенной формуле:

$$C = \frac{\kappa P d}{H n}. \quad (8a)$$

Пример 6. Сырье — картофель; $K = 20\%$; $P = 14\%$; $d = 1,5$; $n = 15\%$; $H = 1,5$ м³.

$$C = \frac{20 \cdot 14 \cdot 1,5}{1,5 \cdot 15} = 18,67 \text{ кг}.$$

При переработке смешанного сырья норму зеленого солода для 100 л солодового молока рассчитывают пропорционально количественному соотношению разных культур, взятых для приготовления затора. В данном случае величина a вычисляется отдельно для каждой культуры по формуле:

$$a = \frac{0,01 A p}{B_1}, \quad (12)$$

где: p — содержание данного вида сырья в общем его балансе (в процентах);

B_1 — суммарный объем сладкого затора, получаемый за один час от всех видов сырья.

Пример 7. Сырье — зерно и картофель; $A = 3,08$ т/час; $n = 15\%$; $d = 1,08$; $d = 1,4$.

Остальные величины для зерна и для картофеля соответственно равны:

$p = 23,7$ и $76,3\%$; $\kappa = 50$ и 20% ; $P = 16$ и 14% ; $y = 17$ и 50% ; $v = 1,9$ л.

По формулам (1) и (2) находим:

B = для зерна, равное 2,7, и для картофеля, равное 3,0.

Следовательно:

$$B_1 = 2,7 + 3,0 = 5,7 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Отсюда по формуле (12) определяем:
для зерна

$$a = \frac{0,01 \cdot 3,08 \cdot 23,7}{5,7} = 0,123 \text{ т};$$

для картофеля

$$a = \frac{0,01 \cdot 3,08 \cdot 76,3}{5,7} = 0,412 \text{ т}.$$

Следовательно:

$$C = \frac{0,123 \cdot 50 \cdot 16 \cdot 1,4}{15} + \frac{0,412 \cdot 20 \cdot 14 \cdot 1,4}{15} = 20,3 \text{ кг}.$$

Избежать необходимости изменять каждый раз содержание солода в 100 л солодового молока в зависимости от крахмалистости сырья можно, строго соблюдая постоянную и одинаковую концентрацию сладкого затора и постоянное соотношение его объема с объемом солодового молока.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОЛУПРОДУКТОВ

Для новой технологической схемы, основанной на непрерывности осахаривания и охлаждения затора, необходим автоматический контроль. Кроме того, здесь должны найти широкое применение физико-химические методы анализа.

До разработки новых автоматических способов контроля и анализа приходится пользоваться существующими, приспособив их к условиям полунепрерывной технологической схемы.

Контроль качества разваренной массы. Перед началом выдувания отбирают пробу из разварника и производят органолептическое испытание на цвет и запахи, а также исследуют остаток после промывания горячей водой на сите. Варщик в присутствии сменного технолога проверяет готовность разваренной массы перед выдуванием и во время выдувания.

Ежечасно сменный химик проверяет качество разваренной массы на выходе ее из выдерживателя. При оценке пробы массы главное значение имеет исследование остатка на сите. Показатель цветности менее важен, так как недовар, полученный в одном разварнике, может маскироваться переваром в другом.

Варщик должен каждый час отмечать в цеховом журнале давление в паропроводе и выдерживателе.

Контроль качества солодового молока. В каждой свежеприготовленной порции солодового молока сменный химик проверяет тонкость дробления солода путем исследования остатка после процеживания пробы

на сите с отверстиями в 2 мм. Тонкость дробления периодически контролируют непосредственно у солододробилки.

Через каждые два часа определяют ареометром концентрацию сухих веществ в солодовом молоке.

Контроль качества осахаренной массы. Сменный технолог должен возможно чаще следить за температурным режимом в осахаривателях и температурой сладкого затора на выходе из теплообменника. Особое внимание надо уделять проверке температуры в том месте, где разваренная масса встречается с основным количеством солодового молока, т. е. в смесителе или в трубопроводе между осахаривателями I и II ступени.

Не реже одного раза в пятидневку отдел технического контроля должен проверять точность показаний термометров путем сравнения с показаниями нормального термометра.

Пробу сладкого затора отбирают ежечасно из продуктового трубопровода в бродильном отделении. В фильтрате определяют концентрацию сухих веществ, полноту осахаривания на иод, кислотность и осахаривающую способность. По результатам анализов ежечасных проб рассчитывают среднюю концентрацию сухих веществ, кислотность и осахаривающую способность сладкого затора, залитого в бродильный аппарат.

Периодически, два-три раза в пятидневку, определяют содержание мальтозы и декстринов в сладком заторе.

УЧЕТ ПОЛУПРОДУКТОВ

Для контроля разваривания и осахаривания имеют значение не только химические анализы, но и правильный количественный учет полупродуктов, выработанных за смену и за сутки. С этой целью Киевским филиалом ВНИИСП'а разработаны и утверждены Главспиртом новые формы производственного и лабораторного журналов, применительно к условиям полунепрерывной технологической схемы. Разработана также и форма цехового журнала для отделения разваривания и осахаривания.

При составлении новых форм журналов учитывалось следующее. В отличие от периодической схемы производства, где единицей измерения работы варочно-заторного отделения считается «затор», при полунепрерывной схеме такой единицей является «варка» в одном разварнике и «кубический метр» сладкого затора. Таким образом, по-

казателями работы завода за смену и сутки служат количество произведенных варок и объем сладкого затора, залитого в бродильные аппараты. Столь же важное значение имеет учет израсходованного солодового молока, процентное его соотношение с объемом сладкого затора и содержание зеленого солода в единице объема молока.

Формы журналов были разработаны в соответствии с необходимостью систематического определения и записей перечисленных показателей.

Цеховой журнал (табл. 14). В этом журнале ведется учет варок, с указанием количества и вида сырья, взятого в каждый разварник. Записывается начало и конец основных операций — варки и выдувания. Отмечается давление в паропроводе. Эти записи производит варщик. Температуру осахаривания и складки затора записывает сменный технолог через каждый час.

Производственный журнал (табл. 15). По сравнению со старой формой данного журнала, исключены записи, предусмотренные цеховым журналом. На основании записей в последнем суммируется общее количество сырья и солода по отдельным культурам, израсходованное в течение всей смены.

При периодической работе потери при брожении учитываются по каждому бродильному аппарату, что требует точного определения количества и вида сырья и солода, загруженных в виде затора. Такой способ учета затруднителен и неточен в условиях непрерывного залива сладкого затора. Правильнее подсчитывать потери суммарно по всем бродильным аппаратам, залитым в течение декады. В конце декады учитывается незавершенное производство, что позволяет точно определить количество сырья и солода, израсходованных за десять суток. Поэтому в производственном журнале предусмотрен учет сырья не по бродильным аппаратам, что было бы технически невыполнимым, а по сменам и суткам.

Разграничен также учет дробленного солода и прихода — расхода солодового молока в расходных чанах, так как очень часто не все количество солода, измельченного за смену, передается в эту же смену на осахаривание.

Все записи в производственном журнале ведет сменный технолог.

Лабораторный журнал (табл. 16). По сравнению с формой, применяемой на спиртозаводах, где

Таблица 14

Цеховой журнал

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Смена	№ варок, считая от начала производства	Количество сырья, израсходованного на разваривание (в т)	Картофель	Кукуруза	Овес	Ячмень	Рожь	№ разварников	Начало варки (в часах и минутах)	Начало выдувания (в часах и минутах)	В какой предаварник отведен пар самосна- рения	Время проверки (в часах и мину- тах)	В паропроводе	В выдерживателе	Время	В осаживателе I ступени	В смесителе	В осаживателе II ступени	Складки	Время остановки и пуска варочного отде- ления (в часах и ми- нутах)	Время остановки и пуска отделения осажа- ривания (в часах и минутах)	Примечание	Фамилия и подпись вапущика	

Таблица 15

Производственный журнал

Дата	Смена	Варочное отделение													Итого за смену
		Номера варок, считая от начала произ-водства	Количество варок за сме-ну	Количество израсходованного сырья (в т)						на солодоращение					
				на разваривание											
				карто-фель	кукуруза	овес	ячмень	рожь		ячмень	овес	просо			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
10/III 1951	1	1343, 4, 6, 7, 9, 1350, 52, 53	8	25,6	—	—	—	—	—	—	0,7	0,3	—	—	—
		1345, 8, 1351, 54	4	—	—	4,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	12	25,6	—	4,4	—	—	—	—	0,7	0,3	—	—	1

Станция осахаривания													
Количество подробленного зеленого солода (в кг) и пригоовленного солодового молока (в л)							Учет солодового молока (в л)						
номера дроблений	ячменные	овсяный	просеяный		итого	солодовое молоко	номера расход- ных чанов (ни- вентарные)	остаток к нача- лу смеси	поступило в рас- ходные чаны	время рас- хода		остаток к концу смеси	итого израсходо- вано за смену
										начало	конец		
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
—	—	—	—	—	—	—	—	130	—	—	—	—	—
1	90	95	100	—	285	1610	1	—	1610	6.08	7.50	—	—
2	90	95	100	—	285	1743	2	—	1743	7.50	9.40	—	—
3	90	95	100	—	285	1520	1	—	1520	9.40	11.15	—	—
4	95	100	90	—	285	1520	2	—	1520	11.15	12.39	—	—
5	105	90	90	—	285	1520	1	—	1520	12.39	14.30	220	—
6	105	90	90	—	285	1520	—	—	—	—	—	—	—
—	575	565	570	—	1710	9433	—	130	7913	—	—	220	7823

Станция осахаривания										Бродильное отделение										
Учет сладкого затора (в м³)										Время залива бродильного аппарата (в часах и минутах)		№ дрожжанок, из которых заданы зрелые дрожжки			Количество зрелых дрожжей, залитых в бродильный аппарат (в м³)		Количество сладкого затора, залитого в бродильный аппарат (в м³)		Итого свежего затора (в м³) с дрожжами	
№ заливаемых аппаратов	Количество в начале смены	Время измерения объема зального затора (в часах и минутах)	Количество, залитое за один час	Итого залито в аппараты	залито в дрожжанки		№ заливаемых дрожжанок	Количество	Итого залито за смену	Начало	Конец	№ дрожжанок, из которых заданы зрелые дрожжки	Количество зрелых дрожжей, залитых в бродильный аппарат (в м³)	Количество сладкого затора, залитого в бродильный аппарат (в м³)	Итого свежего затора (в м³) с дрожжами					
5	17,0	7-00	6,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6		8-00	6,82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		9-00	6,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		10-00	6,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		11-00	6,75	33,95	—	—	—	—	—	—	11-00	—	—	—	—	—	—	—	—	
		12-00	6,85	—	—	—	—	—	—	—	11-00	3	2,0	—	—	—	—	—	—	
		13-00	4,80	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		14-00	6,80	18,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			52,4	52,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Бродильное отделение		Количество спирта-сырца, вырабатанного за смену	Когда произведена дезинфекция				Замечания и отметки простоев	Подпись сменного технолога
Время перегонки зрелой бражки (в часах и минутах)			Станции солодового мо­лока	Осахари­вателей и теплообмен­ников	Заторного трубопро­вода	Всех отделений (генераль­ная)		
начало	конец	46	47	48	49	50	51	52
—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—		
12/II	12/III	—	—	—	—	—		
7—00	13—50	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—		
—	—	425	—	—	—	—		

Таблица 16

Лабораторный журнал

[illegible]

Продолжение табл. 16

Станция осахаривания													
Осахаривающая способность зеленого солода (в мл)													
ячменный		овсяный		просняый		№ град-ки	мл	№ град-ки	мл	№ град-ки	Солодовое молоко		
№ град-ки	мл	№ град-ки	мл	№ град-ки	мл						Время опре-деления (в часах и минутах)	Концентра-ция (в про-центах)	Тонкость дробления
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	

Продолжение табл. 16

Станция осахаривания										Показатели сладкого затора								Показатели дрожжей								Дрожжевое отделение	
Время определе- ния (в часах и минутах)	Концентрация (в процентах)	Кислотность (в градусах)	Проба на нол	Осахаривающая способность (в мл)	Содержание сахаров				№ дрожжанок	Начальная кон- центрация после задачи матки	Видимый отбоя затрачен при задаче в бродильный аппарат	Кислотность		Процент мертвых клеток	Упитанность (проба на глико- ген)	№ бродильного аппарата, в кото- ром брожили	Дрожжи										
					мальтоза (в процентах)	декстрины (в процентах)	М+Д в пере- счете на глюкозу																				
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47										

Продолжение табл. 16

Бродильное отделение																									
№ бродильных аппаратов			Показатели зрелой бражки																						
			Залив бродильного аппарата		Содержание несброженных сахаров																				
					Средняя концентрация с дрожжами (в процентах)		Средняя кислотность (в градусах)		Начало перетопки (в часах и минутах)		Видимый отбоя (в процентах)		Кислотность (в градусах)		Содержание спирта (в процентах от веса)		Осахаривающая способность (в мл)		мальтоза (в процентах весовых)		декстрины (в процентах весовых)		М+Д в пересчете на глюкозу		
начало	конец	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	

Продолжение табл. 16

Выработано спирта (в дкл)				Потери спирта (в процентах)		Отметки о деинфекции аппаратов и трубопроводов	Примечания	Подписи	
спирт		абсолютный алкоголь		в барде				в лютер-ной воде	
по контролю-ному снаряду	по сливу	по контролю-ному снаряду	по сливу						
60	61	62	63	64	65			Сменного химика	Сменного технолога

производство ведется по периодической схеме, в данном журнале исключены записи, которые уже предусмотрены в цеховом и производственном журналах. В лабораторном журнале записывают только результаты химических анализов, общее количество сырья и солода, израсходованных за смену, и количество готовой продукции. Вместо записей качественных показателей по отдельным заторам, записываются показатели ежечасных проб сладкого затора и средние показатели его по отдельным бродильным аппаратам.

ПРОВЕРКА РЕЖИМА РАБОТЫ ПО ЗАПИСЯМ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ЖУРНАЛЕ

Проверка расхода зеленого солода и солодового молока. По данным в графах 21 и 22 (табл. 15) проверяют два-три раза в смену, соблюдается ли норма расхода солода для приготовления 100 л солодового молока.

Пример 8. За два дробления, по данным граф. 21 и 22, измельчено 570 кг зеленого солода, из которого приготовлено 3353 л солодового молока. Следовательно, на 100 л израсходовано:

$$\frac{570 \cdot 100}{3353} = 17 \text{ кг.}$$

Установленная норма равна 18,75 кг на 100 л. Допущено нарушение, так как на осахаривание затора подавалось меньшее количество солода.

Через каждые 1—2 часа проверяют правильность дозирования солодового молока, т. е. его соотношение с объемом сладкого затора. Обычно один чан молока расходуется в течение 1 часа. При наличии двух расходных чанов, что обязательно должно быть предусмотрено при монтаже, имеется полная возможность точного учета количества солодового молока за указанный промежуток времени.

Пример 9. В расходный чан № 2 поступило, согласно записи в графе 25, 1520 л солодового молока, которое было израсходовано с 11 час. 15 мин. до 12 час. 39 мин., т. е. за 1 час 24 мин. За время с 11 час. до 13 часов, т. е. за 120 мин. согласно записи в гр. 33, залито в бродильный аппарат 11,65 м³ затора.

Следовательно, за 1 час 24 мин., т. е. за 84 минуты, залито

$$\frac{11,65 \cdot 84}{120} = 8,15 \text{ м}^3.$$

Процентное отношение солодового молока к объему затора составит:

$$\frac{1,52 \cdot 100}{8,15} = 18,65 \text{ \%}.$$

По норме это отношение должно быть равно 14%. Следовательно, в данном случае допущен перерасход солодового молока. Причиной этого могла быть неправильная работа дозатора.

Указанные выше проверки производят и по окончании каждой смены. Особое внимание надо обращать на равномерность подачи солодового молока в осахариватели и поступления сладкого затора в бродильные аппараты. При неравномерной подаче в отдельные периоды может поступать недостаточное количество солодового молока, что отрицательно отразится на процессе осахаривания. Это может быть проверено при сопоставлении записей в графах 29 и 37.

Пример 10. За время с 12 час. 39 мин. до 14 час. 30 мин., т. е. за 1 час 51 мин., по данным граф 26 и 27, израсходовано 1520 л солодового молока; такое же количество было затем израсходовано согласно графам 26 и 27 с 14 час. 30 мин. до 15 час. 45 мин., т. е. за 1 час 15 мин., причем часовой объем сладкого затора, поступившего в бродильные аппараты, был одинаковым.

Ясно, что дозаторы работали неравномерно.

Рекомендуется обращать внимание на следующее обстоятельство, встречающееся иногда на практике. По случайному совпадению нарушение нормы зеленого солода для приготовления 100 л солодового молока почти в одинаковой степени компенсируется нарушением соотношения объема молока и объема сладкого затора. Например, содержание зеленого солода в единице объема солодового молока увеличилось, а отношение объема молока к объему сладкого затора уменьшилось в такой степени, что расход солода почти не изменился. Тем не менее такое явление недопустимо, так как при этом изменяется установленная концентрация сухих веществ в заторе.

Правильность расхода зеленого солода можно также проверить по количеству сырья, разваренного за смену или сутки, и по количеству солода, отпущенного из солодовни на производство. Такую проверку производят, руководствуясь записями в графах 5—10 и 21 производственного журнала.

О всех замеченных нарушениях правил приготовления солодового молока и его дозирования сменный химик

должен немедленно предупреждать сменного технолога для принятия мер к устранению этих нарушений.

Проверка количества сладкого затора, выработанного за смену. Работа смены должна оцениваться не только по количеству разваренного сырья, но и по количеству выработанного сладкого затора, с учетом его качественных показателей — концентрации, осаживающей способности и др. Поэтому в конце каждой смены надо подсчитывать по записям в производственном журнале количество выработанного затора (в м^3).

Пример 11. По итогу в графе 34 видно, что в бродильные аппараты залито $52,4 \text{ м}^3$ сладкого затора, а в дрожжевой чан, согласно записи в 36 графе — $2,0 \text{ м}^3$.

Общее количество сладкого затора, выработанного за смену, равно:

$$52,4 + 2,0 = 54,4 \text{ м}^3.$$

Это количество отменяется в графе 37.

Следует обратить внимание на необходимость измерения всех бродильных аппаратов, дрожжанок и чанов для солодового молока. Они должны быть снабжены наружными рейками с делениями и поплавковыми устройствами для измерения уровня массы. В крайнем случае должны быть изготовлены переносные наметки с делениями.

Без строгого учета количества сладкого затора и солодового молока, без контроля установленного соотношения их объемов и содержания солода в единице объема молока нельзя быть уверенным в правильном режиме осаживания.

УЧЕТ НЕЗАВЕРШЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Точный учет незавершенного производства возможен только при освобождении выдерживателя, осаживателей и теплообменника от массы. Поэтому к концу каждой отчетной декады надо приурочить генеральную дезинфекцию, когда полностью опорожняется аппаратура. Тогда остается только учесть сырье, оставшееся в завальных ямах, бункерах, предразварниках, а также сырье, которое содержится в заторной массе, находящейся в бродильных аппаратах, заполненных в момент снятия остатков.

В условиях непрерывного осаживания и залива массы в бродильные аппараты нельзя правильно определить,

сколько в каждом из них содержится зерна или картофеля в виде затора.

В связи с этим предлагается следующий приближенный расчет. На основании записей в производственном журнале подсчитывают количество сырья и солода, переработанного за отчетную декаду, и объем полученного из них сладкого затора. Затем вычисляют среднее содержание сырья в 1 м^3 затора, после чего умножают полученную величину на суммарный объем массы, залитой в бродильные аппараты, которые заполнены в момент учета незавершенного производства.

Пример 12. Согласно записям в графах 5—10 и 17—21 (табл. 15) разварено за отчетную декаду 500 т картофеля с крахмалистостью 18% и 200 т овса с крахмалистостью $42,5\%$. На солод израсходовано 29 т ячменя с крахмалистостью в 40% . Объем сладкого затора, полученного из этого сырья, составил, по записям в графе 37, 1500 м^3 . К моменту учета незавершенного производства заполнены затором три бродильных аппарата и две дрожжанки. Из граф. 34 и 36 видно, что в эти аппараты было залито 125 м^3 сладкого затора.

Выход безводного спирта из 1 т крахмала с учетом надбавок на новую технику и герметизацию, согласно установленным нормам, равен (в *дкл*):

для картофеля	64,3
„ овса	61,2
„ ячменя	62,3

Определим содержание сырья в этом количестве массы, с пересчетом на спирт.

Среднее содержание сырья в 1 м^3 затора равно (на солод):

$$\frac{500}{1500} = 0,3 \text{ т картофеля,}$$

$$\frac{200}{1500} = 0,133 \text{ т овса,}$$

$$\frac{29}{1500} = 0,0193 \text{ т ячменя.}$$

Содержание сырья в 125 м^3 затора соответственно будет:

$$125 \cdot 0,3 = 37,50 \text{ т картофеля,}$$

$$125 \cdot 0,133 = 16,63 \text{ т овса,}$$

$$125 \cdot 0,0193 = 2,41 \text{ т ячменя.}$$

В пересчете на безводный спирт это равно:

$$(37,5 \cdot 0,18 \cdot 64,3) + (16,63 \cdot 0,425 \cdot 61,2) + (2,41 \cdot 0,40 \cdot 62,3) = 927,7 \text{ дкл.}$$

Данное количество спирта включают в общий баланс незавершенного производства.

Постоянство количественного соотношения разных видов сырья, перерабатываемого на протяжении декады, является одним из условий правильного и стабильного технологического режима. Однако на практике бывают случаи, когда по тем или иным причинам это условие не соблюдается. Тогда заторная масса в бродильных аппаратах, заполненных за 2—3 дня до учета незавершенного производства, может содержать другие культуры сырья и в другом соотношении, чем в первые дни декады. При таком положении рекомендуемый выше расчет надо производить не за всю декаду, а за вторую пятидневку. Хотя в середине декады труднее разграничить расход сырья по пятидневкам, но получаемая при этом неточность может оказаться меньше той, которая была бы допущена при расчете за декаду.

ГЛАВА VIII

НЕНОРМАЛЬНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ, ИХ ВЫЯВЛЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ

В данной главе изложены в основном те ненормальности, которые могут встретиться при полунепрерывной технологической схеме производства в процессе тепловой обработки сырья и осахаривания затора. Ненормальности, встречающиеся при периодической схеме производства, достаточно описаны в литературе¹ и здесь не приводятся.

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
<p>I. Систематическая недогрузка разварника картофелем против установленной нормы</p> <p>1. Из элеватора картофель попадает в наклонную трубу — течку, вследствие чего объем предразварника заполняется неодинаково. Клубни падают не в центр, а образуют конус с естественным углом откоса и накапливаются с одной стороны, пока не закроют отверстия трубы.</p> <p>Поэтому нередко часть емкости предразварника остается неиспользованной</p> <p>2. Неисправность весов для взвешивания картофеля</p> <p>II. Во время разгрузки предразварника выбрасывается смесь зерна и</p>	<p>1. Картофель должен поступать из элеватора через трубу, вертикально установленную в центре предразварника</p> <p>2. Необходимо систематически проверять состояние весов</p>

¹ Н. М. Кузнецов, А. Л. Малченко, Ненормальности в спиртовом производстве и способы их устранения, Пищепромиздат, изд. 2, 1945.

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
<p>воды из разварника или из загрузочной трубы, через которую выгружается сырье из предразварника</p> <p>1. Затруднено удаление воздуха из разварника, ввиду несоответствия диаметров загрузочной трубы и люка разварника</p> <p>2. Чрезмерно большая скорость выгрузки зерна с водой из предразварника</p> <p>3. Пропуск пара в разварник из-за неисправности паровпускных вентилей</p> <p>III. Неодинаковая степень запаривания сырья в разных предразварниках</p> <p>На паропроводе, подающем пар самоиспарения, задвижки и вентили неплотно перекрывают. В результате пар поступает одновременно в два или больше предразварника</p> <p>IV. Затруднена выгрузка картофеля из предразварника вследствие залегания его в конусе уплотненной, оклейстеризованной массой</p> <p>Полное разваривание картофеля в конусной части предразварника, вследствие накопления в нем воды, попадающей вместе с клубнями при засорении щелей ковшей элеватора. Вода в виде конденсата может образоваться также от неравномерного прогревания сырья из-за конструктивных недостатков парораспределительных устройств предразварника</p> <p>Указанное явление наблюдается также при переработке гнилого и мерзлого картофеля</p> <p>V. Увеличение концентрации и вязкости разваренной массы в выдерживателе</p>	<p>1. Диаметр загрузочной трубы должен быть меньше диаметра люка разварника на 80—100 мм, чтобы между трубой и стенкой был достаточный промежуток для прохода воздуха</p> <p>2. Уменьшают скорость выгрузки сырья из предразварника</p> <p>3. Ремонтируют вентили</p> <p>Ремонтируют задвижки</p> <p>Спускают воду из предразварника перед началом поступления в него пара самоиспарения</p> <p>Прочищают ковши элеватора</p> <p>Улучшают парораспределение в предразварниках с целью равномерного прогревания картофеля</p> <p>Предразварник должен быть снабжен внутренним рычагом-ворошителем</p>

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
<p>1. Неправильно рассчитана норма загрузки сырья и воды, либо недобор ее</p> <p>2. Неправильное взвешивание сырья, загружаемого в предразварники</p> <p>3. Утечка воды из предразварников через разгрузочный затвор вследствие его неисправности</p> <p>4. Переработка сырья с повышенным содержанием крахмала: в картофеле — 19—20%, а в зерне — 55—60% и выше</p> <p>5. Загрузка зерна превышает установленную норму</p> <p>6. Выдувание недоваренной, полусырой массы из разварников</p> <p>7. Недостаточная мойка картофеля и очистка зерна</p> <p>8. Понижение температуры массы в выдерживателе по причинам:</p> <p>а) длительного простоя;</p> <p>б) уменьшения количества массы в выдерживателе из-за того, что заполнение его отстает от загрузки;</p> <p>в) отсутствие теплоизоляционного слоя на выдерживателе</p> <p>VI. Ненормальное и замедленное разваривание картофеля</p> <p>1. При источном взвешивании картофеля, загруженного в предразвар-</p>	<p>1. Проверяют нормы загрузки воды и сырья и наметку, которой пользуются для измерения воды в предразварнике</p> <p>2. Проверяют весы контрольными гири</p> <p>3. Проверяют герметичность разгрузочных затворов предразварников</p> <p>4. Для разваривания высококрахмалистого картофеля добавляют воду в разварник, а при высококрахмалистом зерне увеличивают норму воды, кабираемой в предразварник. Если при этом возникает опасность перегрузки разварника, уменьшают количество загружаемого сырья</p> <p>5. Систематически проверяют точность взвешивания зерна по установленной норме для одной загрузки</p> <p>6. Налаживают режим варки, если это явление не было вызвано ошибкой варщика</p> <p>7. Улучшают работу картофелемойки и сепараторов для зерна</p> <p>8. Подогревают массу до температуры 100—105°, подавая пар через барботер в конусе выдерживателя</p> <p>Восстанавливают согласованный график работы разварников и осахаривателя I ступени</p> <p>Покрывают поверхность выдерживателя изоляционным материалом</p> <p>1. Точное взвешивание картофеля для каждого</p>

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
<p>ник, может быть превышена норма загрузки, установленная для разварника. Тем не менее, вследствие уменьшения насыщенного объема картофеля в результате предварительного нагревания его паром, он полностью вмещается в разварнике, перегрузка которого вызывает ненормальную и замедленную варку</p> <p>2. Охлаждение подогретого картофеля в предразварнике из-за отсутствия на нем изоляционного слоя или вследствие длительного простоя разварника</p> <p>3. Предразварник по недосмотру был соединен с атмосферой в течение длительного периода</p> <p>VII. Ненормальное и замедленное разваривание зерна</p> <p>1. Утечка воды из предразварника через паровую камеру в выдерживатель, вследствие неправильного монтажа трубопроводов для пара или негерметичности разгрузочного затвора</p> <p>2. Загрузка зерна в предразварник сверх установленной нормы по причине неправильной работы весов</p> <p>VIII. Давление в выдерживателе при выдувании поднимается выше 0,5 атм, что недопустимо с точки зрения техники безопасности</p> <p>1. Неисправность или засорение парового регулятора давления на выдерживателе</p> <p>2. Неисправность или засорение дроссель-задвижек, вентилях или задвижек на трубопроводе, соединяю-</p>	<p>предразварника, либо доведение его емкости до емкости разварника, с превышением не более 5%. При переоборудовании бункеров в предразварники может случиться, что их емкость превышает емкость разварников. Тогда в последних вмещается больше картофеля, чем требуется для загрузки разварника</p> <p>2. Предразварники должны быть изолированы. При вынужденном длительном простое необходимо поддерживать температуру сырья впуском пара</p> <p>3. По окончании приема пара предразварник отключается от остальных аппаратов и трубопроводов</p> <p>1. Предразварники должны устанавливаться ниже парового пространства выдерживателя. Если это невозможно, устанавливают на паропроводе обратный клапан. Ремонтируют затвор</p> <p>2. Проверяют состояние весов</p> <p>1. При каждой плановой остановке необходимо проверять состояние парового регулятора давления, производить очистку его и, при необходимости, ремонт</p> <p>2. Проверяют состояние задвижек и прочищают их</p>

Неиормальности и причины их	Выявление и устранение
<p>щем выдерживатель с предразварниками</p> <p>3. Засорение парораспределительных устройств, через которые пар поступает в предразварник (камеры, трубы и т. п.) Засорение трубопровода, соединяющего предразварник со сборником горячей воды, или неисправность какого-либо вентиля или клапана на этом трубопроводе</p> <p>4. Засорение поперечной решетки выдерживателя соломой, камнями и другими примесями сырья, вследствие чего над решеткой устанавливается постоянный высокий уровень массы, в то время когда в нижней конической части выдерживателя ее очень мало. При этом наблюдается также понижение температуры в нижней части выдерживателя, так как она постепенно освобождается от массы. В то же время пространство над решеткой, в результате ее засорения, переполнено массой</p> <p>5. Переполнение выдерживателя разваренной массой сырья, которое может быть допущено варщиком при неисправности поплавковых указателей уровня</p> <p>6. Повышенная скорость выдувания массы из разварников</p> <p>IX. Выбрасывание воды из гидравлического затвора выдерживателя во время выдувания</p> <p>1. Недостаточная высота столба воды в U-образной трубе затвора</p> <p>2. Повышение давления в выдерживателе по причинам, указанным в п. VIII</p> <p>X. Недостаточное поступление разваренной массы из выдерживателя</p>	<p>3. Производят продувку и очистку камер или трубопровода острым паром под давлением в 4,0—5,0 атм. Ремонтируют задвижки</p> <p>4. Определяется это по резкому повышению давления в выдерживателе во время выдувания и по недостаточному поступлению из него массы в осахариватель I ступени. Производят продувку решетки специально подведенным для этой цели острым паром</p> <p>5. Во время плановой остановки проверяют исправность поплавков</p> <p>6. Увеличивают продолжительность выдувания. Она должна равняться 12—15 минутам</p> <p>1. Высота столба воды в каждом колене U-образной трубы затвора доводится до 3,5 м</p>

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
1. Неисправность насоса, подающего массу из выдерживателя в первую секцию теплообменника (при варианте узла осахаривания, осуществленном на Городищенском спиртозаводе (рис. 3)	1. Производят проверку, осмотр и ремонт насоса
2. Неисправность поплавкового регулятора уровня в осахаривателе I ступени	2. Проверяют и, в случае необходимости, ремонтируют поплавок регулятор. На короткое время прикрывают разгрузочную задвижку выдерживателя, прочищают кран или клапан горячей водой и продувают острым паром. В случае необходимости его вскрывают для внутреннего осмотра, очистки или ремонта
3. Засорение спускного отверстия или внутренней трубы выдерживателя	3. При исправности насоса и поплавкового регулятора уровня можно предположить засорение штуцера для выхода массы из выдерживателя Производят продувку острым паром участка трубопровода между спускным отверстием выдерживателя и разгрузочной задвижкой, которая при этом перекрывается. Если это не дает положительного результата, то повторяют продувку при открытой задвижке, подавая пар с другого конца трубопровода, т. е. со стороны осахаривателя I ступени
4. Засорение или неисправность задвижки на разгрузочном трубопроводе выдерживателя	4. При неисправности задвижки необходимо освободить выдерживатель и произвести ремонт задвижки
5. Значительное засорение решетки в выдерживателе, вызвавшее уменьшение площади живого сечения и замедленное поступление разваренной массы к спускному отверстию аппарата	5. Если засорение трубопровода и задвижек не обнаружено, то при нормальной вязкости массы, остается допустить засорение решетки выдерживателя. Когда

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
6. Увеличение вязкости массы в выдерживателе	да обдувка ее паром не дает положительного результата, то вместо сырья в один из разварников набирают воду на 50—60% его емкости, нагревают под давлением в 1,5 атм и выдувают в выдерживатель. Горячая вода разбавляет массу и облегчает удаление с решетки накопившихся сорных примесей. Одновременно с этим пускают медленно пар в нижний конус выдерживателя. В результате повышения температуры и разбавления конденсатом пара вязкость развариваемой массы уменьшается
7. Понижение температуры разваренной массы и переход ее в клейстерообразное состояние в трубопроводе, соединяющем выдерживатель с осахаривателем I ступени	6. См. п. V 7. Необходимо устранить ошибку, допущенную при монтаже трубопровода Если исправление ошибки монтажа связано с коренной переконфигурацией оборудования, то указанный трубопровод необходимо временно снабдить паровой рубашкой, а перестановку оборудования произвести в период летнего ремонта
Такое явление может иметь место при большой протяженности указанного трубопровода, что является следствием неправильного монтажа оборудования	
XI. Уменьшение производительности насоса, откачивающего разваренную массу из выдерживателя в теплообменник (вариант схемы, внедренный на Городищенском спиртозаводе)	
1. Неисправность насоса	1. Ремонтируют насос
2. Охлаждение массы в первой секции теплообменника до температуры ниже 70°, что вызывает увеличение ее вязкости и переход в клейстерообразное состояние	2. Узнается по наличию в массе сгустков крахмала и понижению ее температуры ниже 70°. Прекращают выдачу массы из выдерживателя и медленно пускают пар в I секцию теплообменника до тех пор, пока в дозатор

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
<p>ХII. Увеличение вязкости разваренной массы в осаживателе I ступени</p> <p>1. Уменьшение против нормы или полное прекращение притока солодового молока вследствие неисправности или засорения дозатора и связанного с ним трубопровода. Причины засорения указаны ниже в п. XIV и XV.</p> <p>2. Избыток охлаждающей воды, поступающей в змеевики осаживателя I ступени, что вызывает понижение температуры ниже 64—65° (при режиме, когда в этой ступени осаживания задают 10% солодового молока)</p> <p>ХIII. Плохое охлаждение заторной массы в осаживателе I ступени</p> <p>1. Неправильный подвод охлаждающей воды в рубашку осаживателя. Если вода поступает сначала не в змеевики, а в рубашку, то на внутренней ее поверхности легко образуется клейстерообразный слой массы, что ухудшает теплообмен. Такой же слой массы может образоваться на поверхности змеевиков при подаче в них избытка холодной воды</p> <p>2. Недостаточное размешивание массы</p> <p>XIV. Недостаточное поступление солодового молока из расходного чана в дозаторы</p> <p>1. Засорение спускного отверстия расходного чана или трубопровода дробинной солоды, вызванное следующими причинами:</p> <p>а) Недостаточным числом оборотов мешалки расходного чана для</p>	<p>не начнет поступать подвижная масса</p> <p>1. Ремонтируют или очищают дозатор и трубопровод солодового молока</p> <p>2. Прекращают подачу воды на короткий промежуток времени для повышения температуры массы до установленной нормы</p> <p>1. Вода должна поступать сначала в змеевики, а из них в рубашку От наружного охлаждения при помощи рубашки следует отказаться</p> <p>2. Необходимо следить за исправностью мешалки и нормальным числом ее оборотов</p> <p>а) Увеличивают число оборотов мешалки и систе-</p>

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
<p>солодового молока или неисправностью ее. В результате этого солодовое молоко плохо размешивается и дробина легко отделяется от жидкости и оседает на дно</p> <p>б) Недостаточным диаметром спускного трубопровода</p> <p>в) Наличием колен на трубопроводе, соединяющем расходный чан с дозаторами</p> <p>г) Большой протяженностью упомянутого трубопровода или недостаточным уклоном его в сторону дозаторов</p> <p>д) Лопasti мешалки высоко расположены, в результате чего при понижении уровня прекращается размешивание солодового молока в корпусе чана</p> <p>2. Неисправностью спускного клапана расходного чана</p> <p>XV. Недостаточное поступление солодового молока либо прекращение подачи его из дозаторов в осаживатели или в смеситель</p> <p>1. Засорение трубопровода, соединяющего дозаторы с перечисленными аппаратами, по причинам, указанным в п. XIV</p> <p>2. Засорение дозаторов или трубопровода посторонними предметами</p>	<p>матически проверяют ее исправность</p> <p>б) Меняют трубопровод</p> <p>в) Устраняют дефекты трубопровода</p> <p>г) Длина трубопровода должна быть наименьшей, что необходимо принимать во внимание при монтаже продуктовых коммуникаций. Реже засоряется трубопровод дробинной солоды, если расходные чаны соединены с дозаторами по вертикали</p> <p>д) Опустить лопасти, чтобы размешивание солодового молока не прекращалось до окончания опорожнения чана</p> <p>2. Проверяют исправность клапана</p> <p>1. Мероприятия указаны в п. XIV. До осуществления мероприятий, предупреждающих засорение трубопроводов солодового молока, подают в трубопровод под сильным напором воду и, в крайнем случае, острый пар для очистки от дробины или посторонних предметов. Для этой цели должен быть предусмотрен подвод пара и воды</p> <p>2. Продувают дозатор паром и, если это не дает положительного результата,</p>

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
3. Неисправность дозаторов	вскрывают для осмотра и очистки
4. Недостаточное заполнение камеры дозатора солодовым молоком по причине большого числа оборотов	3. Вскрывают дозатор для немедленного ремонта 4. Изменяют форму сечения входного штуцера с таким расчетом, чтобы солодовое молоко успевало заполнять камеру дозатора
XVI. Понижение производительности насоса, подающего затор в осаживатель II ступени и теплообменник	
1. Неисправность насоса	1. Проверяют и, в случае необходимости, ремонтируют насос 2 и 3. Засорение труб или неисправность какой-либо задвижки узнается по повышению давления в продуктовых трубах теплообменника Для устранения этого подают горячую воду в продуктовые трубы, а затем продувают их паром, временно остановив узел осаживания на короткое время. Если это не достигает цели, необходимо снять переходные колена осаживателя II ступени и теплообменника и очистить трубы Самым радикальным средством предупреждения засорения продуктовых труб является улучшение работы, картофелемойки, чтобы все сорные примеси и солома полностью отделялись до поступления сырья в предразварники. Зерновое сырье должно тщательно очищаться от примесей в подрабочем цехе В случае обнаружения неисправности задвижки временно прекращают работу
2. Засорение продуктовых труб теплообменника посторонними предметами (соломой и пр.)	
3. Неисправность какой-либо задвижки на участке продуктового трубопровода между продуктовым насосом и бродильными аппаратами	

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
XVII. Перерасход зеленого солода	теплообменника и производят соответствующий ремонт
1. Неправильный расчет объемных соотношений сладкого затора и солодового молока или нормы солода для приготовления 100 л молока	1. Систематически контролируют расчет нормы зеленого солода и объема расходуемого солодового молока 2 и 3. Ежедневно проверяют точность взвешивания солода и объем приготавливаемого из него молока
2. Неправильное взвешивание солода	
3. Уменьшение установленного объема приготавливаемой порции солодового молока за счет недолива воды. Поэтому в единице объема молока содержится большее против нормы количество солода	
4. Подача избытка солодового молока в осаживатели вследствие неправильной работы дозаторов	4. Ежедневно производят проверку правильности дозировки массы и солодового молока
<i>Специфические причины, связанные с конструктивными особенностями дозаторов</i>	
Турникет	
5. Увеличение зазора между вращающейся рабочей частью и корпусом, вследствие износа втулки между ними	5. Необходимо время от времени производить внутренний осмотр турникета и при необходимости заменить втулку
В этом случае через зазор проходит избыточное количество молока. Кроме того, это вызывает засорение дробиной спускного трубопровода	
Плунжерный насос	
6. Прохождение солодового молока под давлением столба жидкости через плунжерный насос, что имеет место при неправильном монтаже чанов солодового молока	6. Чаны солодового молока должны быть перемещены и установлены на одном уровне с насосом
7. Насос-дозатор не синхронизирован с продуктовым насосом, подающим заторную массу	7. Насосы для разваренной массы и солодового молока должны быть обяза-

Ненормальность и причины их	Выявление и устранение
<p align="center">Лотковый дозатор</p> <p>8. Передвижная пластинка находится выше принятого уровня жидкости в черпаке, в результате чего увеличивается количество отмеряемого солодового молока</p> <p>9. Повышение уровня солодового молока в камере до такого предела, при котором избыток переливается через край во вторую камеру, куда поступает разваренная масса</p> <p>В этом случае на осахаривание массы поступает больше солода, чем требуется</p> <p>10. Преждевременный выход ковша лотка из равновесия, т. е. до окончания заполнения его массой. При таком явлении на нормально отмеренное количество солодового молока приходится меньший объем разваренной массы по сравнению с установленным соотношением. Вследствие этого увеличивается расход солодового молока по отношению к затору</p> <p align="center">XVIII. Неудовлетворительное осахаривание затора</p> <p>1. Плохое дробление солода</p> <p>2. Низкая осахаривающая и декстринолитическая способность солода</p> <p>3. Несоблюдение нормы солода, установленной для приготовления 100 л солодового молока</p> <p>4. Увеличение принятого объема приготовляемых порций солодового молока за счет избытка воды, в ре-</p>	
	<p>тельно синхронизованы, например, иметь приводы от одной трансмиссии</p> <p>8. Систематически проверяют положение пластинки и наблюдают за уровнем молока в солодовой камере дозатора</p> <p>9. Уменьшают ход насоса, подающего солодовое молоко в первую камеру. Проверяют установку слива на чересной трубе камеры солодового молока</p> <p>10. Регулируют равновесие ковшей лотка при помощи передвижного груза на рычаге дозатора</p> <p>1. Ремонтируют солододробилку. В крайнем случае применяют двойное дробление солода</p> <p>2. Для улучшения качества солода необходимо применить ряд мероприятий, изложенных в технологической инструкции Главспирта и в специальной литературе</p> <p>3 и 4. Ежедневно проверяют режим приготовления солодового молока</p>

Ненормальность и причины их	Выявление и устранение
<p>зультате чего уменьшается содержание солода в 100 л молока</p> <p>5. Количество солодового молока, подаваемое дозаторами, меньше установленного соотношения с объемом сладкого затора</p> <p>6. Неправильный расчет нормы солода, необходимого для приготовления 100 л солодового молока</p> <p>7. Нарушение установленного температурного режима осахаривания, вследствие высокой температуры или недостатка охлаждающей воды, поступающей в змеевики осахаривателя I ступени, а также из-за плохого теплообмена</p> <p>8. Неисправность термометров, указывающих температуру затора в осахаривателях, смесителе и теплообменнике</p> <p>9. Неисправность паровых вентилях, служащих для стерилизации трубопроводов солодового молока. При пропуске пара через закрытые вентиля может происходить систематическое «ошпаривание солодового молока» и в результате этого — частичная инактивация амилазы</p> <p>10. Клейстерообразное состояние разваренной массы в момент смешивания ее с солодовым молоком. В таком состоянии масса плохо и неравномерно смешивается с ним, что отрицательно влияет на осахаривание. О причинах повышения вязкости указано в п. V.</p>	<p>5. Ежечасно проверяют работу дозаторов</p> <p>6. Лаборатория завода должна контролировать и устанавливать норму солода в соответствии с его качеством и крахмалностью сырья</p> <p>7. Временно уменьшают производительность осахаривателя I ступени. Змеевики продувают острым паром, а во время плановой остановки наполняют их 5%-ным раствором каустической соды, выдерживают в течение 4—5 часов, после чего раствор спускают и промывают водой. Этим удаляется слизь и накипь внутренней поверхности змеевиков, что улучшает теплообмен</p> <p>8. Не реже одного раза в пятидневку проверяют термометры</p> <p>9. Немедленно ремонтируют или заменяют неисправные вентиля, пропускающие пар</p> <p>10. Необходимо предупредить и устранять причины высокой вязкости разваренной массы, о чем указано выше</p>

Неиормальности и причины их	Выявление и устранение
<p>11. Неравномерная подача солодового молока, вследствие периодического засорения дозатора</p> <p>При этом в бродильные аппараты могут попадать порции затора, неудовлетворительно разжиженные и осахаренные, несмотря на то, что в среднем норма расхода солода соблюдена</p> <p>Неравномерная подача молока вызывается засорением дозатора, клапанной коробки насоса или трубопровода</p> <p>12. Пребывание массы в осахаривателе дольше 45—60 мин. при температуре 59—61°, вследствие чего ослабляется активность амилазы</p> <p>13. Низкая температура солодового молока, вследствие чего температура сладкого затора после смешивания с ним падает в осахаривателе II ступени ниже 56—57°. В результате этого процесс осахаривания не успевает пройти достаточно полно и не происходит пастеризация затора</p> <p><i>Специфические причины, связанные с конструктивными особенностями разных дозаторов</i></p> <p>Лотковый дозатор</p> <p>14. Изменение положения передвижных пластинок на передней стенке черпака или камеры дозатора, что может привести к уменьшению количества отмеряемого солодового молока</p> <p>15. Несоблюдение постоянного уровня в камере для солодового молока. При понижении уровня черпак забирает меньший объем жидкости. При повышении же уровня происходит перелив молока в камеру для разваренной массы. В этом случае резко падает температура массы и замедляется осахаривание</p>	<p>11. Необходимо проверить равномерность подачи солодового молока дозатором</p> <p>12. Сокращают срок выдерживания при указанной температуре осахаривания</p> <p>13. Температура солодового молока должна быть повышена до 20—25°</p> <p>14. Систематически проверяют положение пластинок и наблюдают за уровнем молока в солодовой камере дозатора</p> <p>15. Проверяют действие сливного устройства для солодового молока</p>

Неиормальности и причины их	Выявление и устранение
<p>16. Торможение и задержка выхода ковша лотка из равновесия по заполнении его массой. В этом случае разваренная масса продолжает поступать в заполненный ковш и переливается через края. Это избыточное количество массы не получает соответствующего объема солодового молока</p> <p>17. Повышенное число качаний лотка. При этом ковши после опорожнения настолько быстро возвращаются в исходное положение, что спаренные с ними черпаки не успевают захватить требуемое количество солодового молока из солодовой камеры дозатора</p> <p>18. Дробинной солода засорен желоб, по которому стекает отмеренное количество солодового молока из черпака в ковш, вследствие чего оно не успевает полностью перелиться в него</p> <p>19. Коррозия черпака для солодового молока, в результате чего в нем образуются щели или отверстия, через которые молоко обратно выливается в камеру</p> <p>Дозатор ковшевой</p> <p>20. Засорение барабана дозатора дробинной солода</p> <p>XIX. Понижение концентрации затора против установленной нормы (17,0—18,0%)</p> <p>1. Повышенная норма воды, применяемая для разваривания, не соответствующая крахмалистости зерна</p> <p>2. Неправильное взвешивание зерна</p> <p>3. Попадание лишней воды в предразварники из-за неплотности задвижек на водопроводе</p>	<p>16. Проверяют состояние подшипников вала лотка и регулярно смазывают их</p> <p>17. Регулируют равновесие ковшей лотка при помощи передвижного груза на рычаге дозатора</p> <p>18. Систематически очищают камеру дозатора</p> <p>19. Ремонтируют или заменяют черпаки</p> <p>20. Систематически очищают барабан дозатора</p> <p>1. Заводская лаборатория должна проверять норму воды при изменении качества и вида сырья</p> <p>2. Ежедневно проверяют точность взвешивания сырья</p> <p>3. Проверяют и ремонтируют задвижки</p>

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
4. Сифонирование горячей воды из бака в предразварник в случае образования в нем разрежения	4. Необходимо установить вакуумпрерыватель на трубопроводе, соединяющем бак с предразварниками
5. Нарушение установленного объема приготавливаемых порций солодового молока за счет избытка воды	5. Ежедневно проверяют объем приготавливаемого солодового молока
6. Увеличение количества солодового молока по отношению к объему затора, вследствие неправильной работы дозатора	6. Проверяют работу дозаторов каждый час, но не реже одного раза в смену
7. Увеличение объема разваренной массы в выдерживателе за счет конденсата пара при вынужденном частом подогревании массы	7. Применяют мероприятия, предупреждающие необходимость подогревания массы (хорошая изоляция и т. д.)
8. Неправильный расчет соотношения объемов солодового молока и затора без учета крахмалистости сырья	8. Лаборатория должна проверять расчет соотношения объемов молока и затора при каждом изменении ассортимента сырья
9. Переработка низкокрахмалистого картофеля и зерна	9. Необходимо спускать из разварников часть плодовой воды перед началом разваривания картофеля. Уменьшают норму воды для варки зерна
10. Износ продуктовых труб теплообменника, вызывающий образование щелей и мелких отверстий, через которые проникает охлаждающая вода, в результате чего затор разбавляется	10. Во время плановой остановки, когда продуктовые трубы освобождены от массы, пускают охлаждающую воду в межтрубное пространство и наблюдают, не появляется ли вода через продуктовый трубопровод. Для этой цели отнимают одно из верхних переходных колен В случае появления течи в трубах необходимо немедленно их ремонтировать
11. Неплотность прокладок, отделяющих продуктовые трубы теплообменника от наружных	11. Следят за состоянием прокладок, чтобы в случае необходимости своевременно их заменить. Просачивание воды в продуктовые трубы

Ненормальности и причины их	Выявление и устранение
12. Засорение щелей в ковшах картофельного элеватора, в результате чего в предразварники вместе с картофелем поступает вода	обнаруживают по способу, указанному в п. XIX, 10 12. Производят частый осмотр и чистку ковшей
XX. Повышение концентрации затора против установленной нормы (17,0—18,0%)	
1. Недостаточное количество воды, применяемой для разваривания зерна	1. См. п. XIX, 1
2. Неисправность разгрузочного затвора, вызывающая утечку воды из предразварника	2. Ремонтируют затвор
3. Нарушение установленного объема приготавливаемых порций солодового молока за счет недолива воды	3. См. п. XIX, 5
4. Неправильное взвешивание сырья или неправильный расчет нормы воды	4. См. п. XIX, 2
5. Переработка высококрахмалистого картофеля	5. Добавляют воду в разварник перед началом варки картофеля в таком количестве, чтобы концентрация затора понизилась до нормы
XXI. Нарушение режима охлаждения затора до температуры складки	
1. Недостаток охлаждающей воды или плохой теплообмен, вследствие образования слизи или накипи на наружной поверхности продуктовых труб	1. При очередной плановой остановке наполняют межтрубное пространство 5%-ным раствором каустической соды и выдерживают 4—5 часов, после чего спускают раствор и промывают водой Благодаря этому удаляется слизь и накипь с наружной поверхности продуктовых труб 2. Исправляют дефекты трубопровода, допущенные при монтаже
2. Неправильный подвод охлаждающей воды, при котором не обеспечен противоток	

ГЛАВА IX

ПРАКТИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ ОБОРУДОВАНИЯ

При выборе технологического оборудования полунепрерывного и непрерывного действия прежде всего необходимо исходить из таких его размеров, которые соответствовали бы мощности завода и не создавали диспропорции в производительности отдельных станций и цехов. Нельзя, например, чрезмерно увеличить пропускную способность варочного отделения, если котельная не обеспечит его паром, а солодовенный цех — солодом.

Если оборудование подобрано правильно, то с переходом на непрерывное осахаривание и охлаждение затора производительность завода возрастает обычно на 10—15%, причем это увеличение не вызывает дополнительного расхода пара. Поэтому одновременно с внедрением новой схемы надо позаботиться об увеличении емкости бродильной посуды и производительности брагоперегонной установки. Потребное увеличение количества солода может быть заменено применением ферментированного проса.

Все эти обстоятельства должны быть учтены при переходе завода на полунепрерывную технологическую схему производства. Успешное освоение этой схемы во многом зависит также от удачной компоновки нового оборудования и рациональной увязки его с остальным оборудованием спиртового завода. Размещая в цехе новую аппаратуру, прежде всего следует позаботиться о создании наилучших условий для технологического процесса, об удобстве обслуживания и доступности при ремонте. Не менее важное значение имеет правильное устройство продуктовых коммуникаций.

Для переоборудования завода по схеме полунепрерывного производственного процесса, прежде всего, необходимо выполнить технический проект и рабочие чертежи к нему. Без подробно разработанного проекта нельзя приступать к внедрению новой схемы. Непродуманный монтаж оборудования и неправильная укладка трубопроводов неизбежно приводят к излишним затратам, повторным переделкам и потере времени и сырья при освоении новой схемы производства. При поступлении на завод нового оборудования необходимо тщательно проверить комплектность и соответствие его с чертежами, которые завод-изготовитель обязан прислать вместе с оборудованием.

ОБОРУДОВАНИЕ ВАРОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

В намечаемом для установки предразварников месте высота здания должна быть достаточной для размещения над ними бункерных или автоматических весов, шнеков, распределяющих сырье по отдельным предразварникам, и головок зерновых и картофельных элеваторов. Для монтажа всего этого оборудования необходима высота здания в 7—8 м, считая от верхней точки предразварника, и 12—13 м, считая от пола первого этажа. Хотя соблюдение данного условия чаще всего связано с надстройкой здания, тем не менее без этого нельзя рационально разместить оборудование в соответствии с требованиями новой технологической схемы.

При недостаточной высоте здания варочного отделения возможна расстановка оборудования, не требующая надстройки помещения. На одном этаже с предразварниками устанавливается два бункера — один для картофеля, а другой для зерна. Под бункерами помещаются весы. Взвешенное сырье поступает на элеваторы, которыми по мере надобности поднимается в предразварники. При такой компоновке приходится иметь два дополнительных элеватора, но устраняется необходимость в большой надстройке здания и достигается равномерная подача сырья.

Предразварники

Объем предразварников не должен превышать объема разварников. Предразварники устанавливаются над разварниками на высоте 700—800 мм от загрузочного люка последних.

При монтаже предразварников управление разгрузочным люком должно находиться с обслуживающей стороны, а паровые трубопроводы проходить над предразварниками с противоположной стороны обслуживающей площадки. Необходимо, чтобы центр нижнего (разгрузочного) люка предразварника обязательно совпадал с центром верхнего (загрузочного) люка разварника. Диаметр нижнего люка предразварника должен быть на 80—100 мм меньше диаметра верхнего люка разварника. Без этого загрузка сырья в разварник будет не только затруднена, но и опасна для обслуживающего персонала.

Если распределительные шнеки и другие устройства, расположенные над предразварниками, затрудняют свободный доступ к его верхнему люку, то для осмотра и ремонта предразварника необходимо сделать боковой люк. В этом случае на трубе, соединяющей предразварник со шнеком, устанавливается задвижка. Для равномерной выгрузки из предразварника зерна и воды рекомендуется выше затвора установить шиберную заслонку.

Наиболее полно пар используется в предразварниках с четырьмя внутренними обогревательными трубами (рис. 14). Для удобства прочистки трубы присоединяются к паровой камере на фланцах, а щелевые концы их удаляются. Наружная изоляция предохраняет от потери тепла поверхностью предразварника и образования в нем излишнего конденсата, снижающего концентрацию карбофельных заторов.

Дозировка воды значительно облегчается и уточняется, если предразварники снабжаются кранами, установленными на отметках, соответствующих 1,6, 1,8 и 2,0 л воды на 1 кг загружаемого зерна. Для наблюдения за температурой сырья на предразварнике устанавливается манометрический термометр со шкалой 0—110°.

Пар, образующийся за один цикл выдувания, должен за 10—15 мин. поступить в предразварники. Это возможно, если диаметр трубопроводов, соединяющих предразварники с выдерживателем, равен 150—200 мм. Указанный размер паровых трубопроводов является обязательным для заводов любой производительности. При трубопроводах меньшего диаметра пар не успевает пройти в предразварники, отчего в выдерживателе создается повышенное давление и избыток пара уходит либо в бак горячей воды, либо в атмосферу. В этом случае подогревание

сырья в предразварниках будет недостаточным. Соединение выдерживателя и предразварников трубами большего диаметра также нерационально, так как это связано с установкой слишком крупной запорной арматуры. Лучшим запорным органом для этой цели является задвижка или вентиль. Дроссельные задвижки не обеспечивают от пропуска пара, если при изготовлении детали их обработаны недостаточно тщательно и плотно не подогнаны к поверхности трубопровода. Паропроводы подключаются к предразварнику сверху, как это указано на рис. 2, иначе они будут заполняться конденсатом.

Трубы для пара диаметром 200 мм можно изготовить на месте путем сварки из листового железа толщиной 3 мм. Отводы изготавливаются сваркой отдельных секторных кусков трубы.

Для отвода воздуха и пара предразварник при помощи трубопровода диаметром 70—100 мм соединяется с баком горячей воды. На этом трубопроводе устанавливается не вентиль, который пришлось бы закрывать и открывать при каждом включении и отключении предразварника, а обратный клапан, который предохраняет от попадания пара из других предразварников. Вблизи бака горячей воды на этой же трубе устанавливается вакуумпрерыватель, который предохраняет от засасывания воды из бака в предразварники. Для подогревания зерна в случаях длительных остановок целесообразно подключить к предразварникам отработанный пар.

От правильной сборки затвора разгрузочного люка зависит успешное действие предразварника. Чтобы крышка (рис. 15) плотно закрывалась, уплотняющая диск 4 квадратная резина должна быть вложена в паз ровно, а верхняя кромка петли 12 при зажатом положении задвижки должна быть параллельна плоскости диска, с тем, чтобы расстояние между ними не превышало 2—4 мм. Если диск в начале закрывания верхней кромкой задевает за уплотняющую резину, значит расстояние между кромкой петли и плоскостью диска велико, и диск дает отклонение на петле свыше нормального. Параллельность кромки петли и плоскости диска достигается поднятием и опусканием посредством подкладок кронштейна 2, в котором вставлен валик 3, и стойки 6, соединенной с эксцентриковым валиком 15. Необходимо следить за тем, чтобы люфт в шарнирах и в посадке петли на валик был

возможно меньше. Зацепление собачки 9 с петлей должно иметь всегда уклон, как показано на рисунке.

В промышленности приняты к изготовлению предразварники № 2 и 3, соответствующие по объему разварникам № 2 и 3. При выборе предразварников следует руководствоваться табл. 17.

Таблица 17

Количество устанавливаемого оборудования

Суточная мощность завода (в окл спирта)	Предразварников		Разварников	
	№ 2	№ 3	№ 2	№ 3
400	1	1	1	1
500	1	1	1	1
800	2	2	2	2
1000	2	2	2	2
1200	3	2	3	2
1500	3	3	3	3
2000	4	4	4	4
2500	5	4	5	4
3000	6	6	6	6

Разварники

После выдувания массы давление пара в разварнике равно 0,3—0,5 *атм*. Поэтому до открытия крышки люка разварник сообщается с атмосферой посредством вентиля и трубы, соединенной с циркуляционным трубопроводом. Во избежание засорения крахмалом циркуляционной трубы, что происходит при переполнении выдерживателя, вблизи последнего на трубе устанавливается обратный клапан. На выдувной трубе устанавливается задвижка, которой пользуются для отключения выдерживателя во время загрузки разварника, очистки его выдувной коробки, при ремонте и пр. При наличии дрожжезаторного чана, снабженного механической мешалкой и змеевиком, один из разварников соединяется с чаном выдувной трубой. Это позволяет производить отдельно варку лучшего сырья для приготовления дрожжевого затора.

Бак горячей воды

Бак горячей воды размещается на 400—500 мм выше предразварников и, по возможности, близко к ним. Питание бака производится водой, выходящей из холодильников аппаратного отделения с температурой 30—40°. Вода

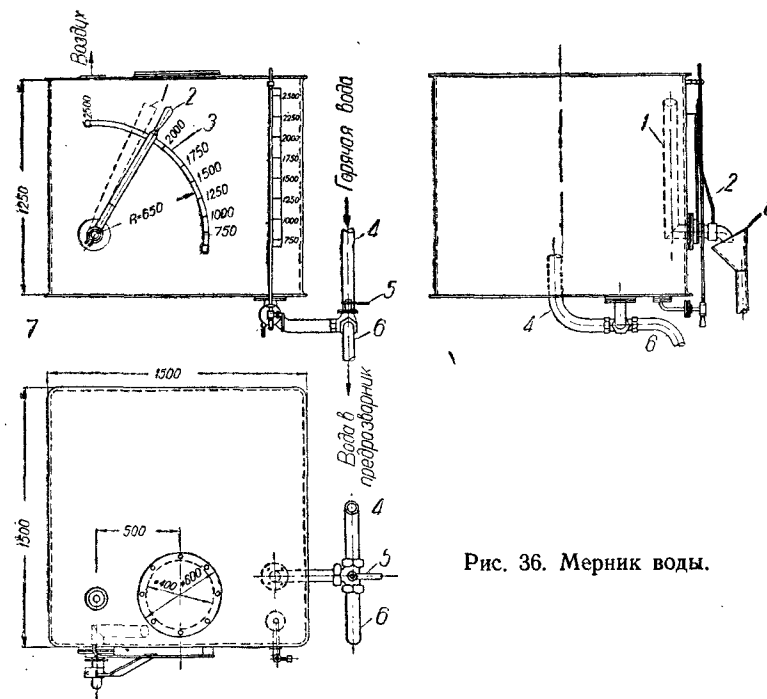


Рис. 36. Мерник воды.

из дефлегматоров с температурой 55—70° отводится для питания котлов. Для точной дозировки воды, применяемой для разваривания зерна, бак снабжается водоуказательной стеклянной трубкой, или поплавковым указателем уровня. Еще лучше для этой цели установить ниже бака специальный мерник (рис. 36), объем которого равен объему воды, задаваемой в один предразварник.

Необходимый уровень воды в мернике достигается чересной трубой 1, которая с помощью рычага 2 вращается в шарнире 7. На шкале 3 фиксируется положение чересной трубы, отвечающее заданному количеству воды.

Поступление воды в мерник по трубопроводу и спуск ее в предразварники по трубе 6 регулируется трехходовым краном 5. Излишек воды из мерника по чересной трубе сливается через воронку 8 в канализацию.

Выдерживатель

Выдерживатель (рис. 37) устанавливается вблизи и в одном помещении с осахаривателем I ступени. В этом случае он помещается у стены, на расстоянии 700—800 мм от нее, а не посередине помещения, так как это усложняет устройство многоэтажных площадок для обслуживания, значительно ухудшающих общий вид цеха. Варочное отделение благодаря своей высоте является удобным местом для установки выдерживателя, если в нем имеется для этого необходимая площадь.

При выборе места для этого аппарата надо учитывать, что рабочий, обслуживающий разварники, следит при выдувании за уровнем массы и давлением пара в выдерживателе, поэтому ему должны быть видны манометр и стрелки поплавков выдерживателя.

Разваренная масса из выдерживателя поступает в верхнюю часть осахаривателя I ступени. Ввод ее вниз осахаривателя не рекомендуется, так как это не обеспечивает равномерности и одинаковой продолжительности процесса затирания и затрудняет очистку и дезинфекцию осахаривателя. Лучше всего устанавливать выдерживатель на такой высоте, чтобы его спускной штуцер был ниже крышки осахаривателя на 150—200 мм. Если по условиям высоты здания это невозможно, то выдерживатель можно устанавливать на опорах высотой 700—800 мм. В этом случае остаток массы при освобождении выдерживателя выдувается паром под давлением 0,3—0,5 ат. Расположение люка должно быть удобным для очистки выдерживателя. При установке его нужно проследить также, чтобы штуцеры для выдуваемой массы и пара самоиспарения имели направление по назначению.

Если выдерживатель изготавливается на стороне, то для облегчения транспортирования и монтажа его следует изготавливать из 2—3 частей (царг), соединенных с помощью фланцев и болтов. Во избежание быстрого износа металла от истирания, внутри выдерживателя, под воротником, в том месте, где выдуваемая масса ударяется о

стенки, накладывается стальное кольцо 1 толщиной 4—5 мм и шириной 400—500 мм.

Техническим совещанием при Главспирте в 1951 г. приняты следующие изменения, касающиеся конструкции выдерживателя. В зданиях недостаточной высоты допускается увеличение диаметра нижней части выдерживателя, заполняемой массой, чем достигается уменьшение его высоты.

Для лучшего спуска массы нижнее конусное днище делается с углом наклона не менее 60°. С этой же целью ниже спускной задвижки подключается пар, которым подогревают массу при загустевании ее в трубопроводе, соединяющем выдерживатель с осахаривателем.

Во избежание задерживания массы у бокового люка, последний должен закрываться крышкой изнутри, подобно люкам паровых котлов. По этим же соображениям с нижнего днища выдерживателя удаляется имеющаяся там коробка. Труба же, служащая для смешения массы из разных слоев и культур сырья, является обязательной для выдерживателя. Особенное значение эта труба имеет при переработке овса, а также при откачке массы из выдерживателя насосом, как в схеме Городищенского завода.

Уровень массы в выдерживателе по возможности должен быть постоянным и не выходить за пределы верхнего и нижнего поплавков. Постоянный запас массы является аккумулятором тепла и необходим для соблюдения режима доваривания.

Втулки на валиках поплавков делаются из бронзы. Чтобы избежать опрокидывания поплавков, делаются внутри выдерживателя ограничители для крайних положений поплавка — верхнего и нижнего.

Световая сигнализация должна соответствовать трем положениям поплавка выдерживателя: верхнему, среднему и нижнему.

Необходимо помнить, что перед выдуванием в пустой выдерживатель его надо сначала обязательно прогреть паром до температуры 90—100°, иначе на холодных стенках образуются сгустки крахмала, которые с течением времени явятся источниками инфекции.

Наличие выдерживателя позволяет медленно вести выдувание, так как масса в это время несколько еще не доварена и к концу выдувания она не переваривается, что

так часто наблюдается при одноступенчатом разваривании.

На 400—500 мм ниже люка выдерживателя делается обслуживающая площадка, размером 1 м². В отсутствии ее затрудняется внутренняя очистка и ремонт выдерживателя. С этой же целью внутри его устанавливается лестница-стремянка.

Поплавки указателей уровня 4 изготовляют особенно тщательно, с непременным испытанием их на герметичность. Обращается внимание на крепление рычагов на осях поплавков. Если

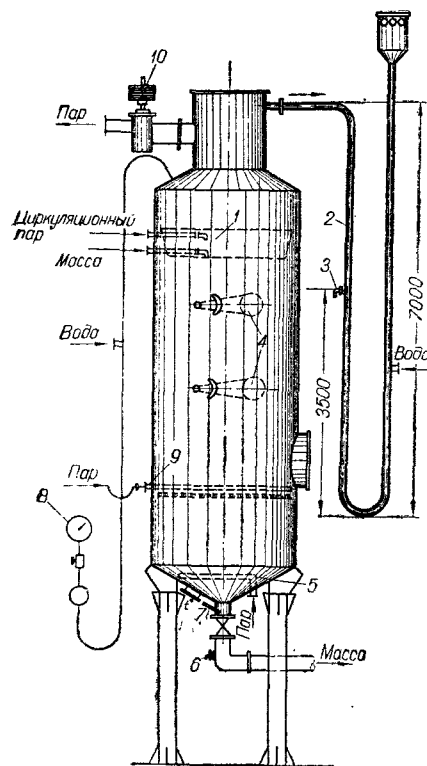


Рис. 37. Выдерживатель (наружный вид).

пень использования пара самоиспарения, но и стабильность режима доваривания сырья.

квадратные концы оси недостаточны по сечению, то они легко деформируются и правильное действие поплавков нарушается. Если варщик со своего рабочего места не может наблюдать за действием поплавков, то выдерживатель снабжается контактным электрическим сигнальным устройством.

Особое внимание надо уделить правильному изготовлению и установке парового клапана 10, регулирующего давление. Если этот клапан не пропускает нужного количества пара и действует неравномерно, то постоянное давление в выдерживателе в 0,5 ати поддерживать невозможно. От нормальной работы регулирующего клапана зависит не только сте-

В эксплуатации выдерживателя большое значение имеют паровые барботеры, служащие для обдувки решетки 9 и подогревания массы в нижнем конусе 5, а также пробобортный кран 6 и патрон 7 для термометра. Детали эти нельзя упускать при монтаже и размещать их на аппарате следует так, как это указано на рис. 37.

Высота U-образной трубы, служащей гидравлическим затвором, должна быть равна 7000 мм, а столб воды в ней — 3500 мм. Заполнение затвора водой проверяется по водоуказательному крану 3, размещенному на половине высоты трубы.

Манометр 8 со шкалой до 1 ати и трехходовым краном для продувки размещается в удобном для варщика месте. К манометрической трубке подключается вода, которой пользуются при засорении трубки и манометра.

Выдерживатели изготовляются объемом в 7; 9; 15 и 20 м³. При выборе выдерживателя следует руководствоваться данными табл. 18.

Таблица 18

Количество и производительность оборудования для заводов различной мощности

Суточная мощность завода (в дкл спирта)	Поток заторной массы (в м ³ /час)	Выдерживатель				Паровой одноплунжерный насос	
		№ аппарата	объем (в м ³)	количество	время выдерживания (в минутах)	производительность (в м ³ /час)	количество
400	2,5	0	7	1	51	4,5	2
500	3,0	0	7	1	41	4,5	2
800	4,9	1	9	1	54	7,5	2
1000	6,5	1	9	1	43	7,5	2
1200	7,3	2	15	1	70	7,5	2
1500	9,2	2	15	1	56	12,0	2
2000	12,3	2	15	1	42	12,0	2
2500	15,4	3	20	1	46	18,0	2
3000	18,5	3	20	1	38	18,0	2

Осахариватель I ступени

Осахариватель I ступени устанавливается в плане рядом с выдерживателем, а по высоте — на 150—200 мм ниже его. Полезная емкость должна соответствовать 30—60-минутной производительности завода, но не менее 3,0 м³. При малой емкости регулирование температуры и уровня массы в осахаривателе весьма затруднено. При этом колебания температуры достигают $\pm 5^\circ$, против допусковых $\pm 1^\circ$, отчего нарушается режим осахаривания и заметно ухудшается качество заторов.

Осахариватель I ступени снабжается змеевиком с поверхностью охлаждения 2,0 м² на 1 м³ емкости. Наружное охлаждение с помощью кожуха не рекомендуется, так как недостаточно осахаренная крахмальная масса у стенок движется медленно, переохлаждается и превращается в студень. Помимо потерь сырья это содействует инфекции. Такие же явления имеют место при неправильном устройстве змеевиков и мешалки. Змеевик из труб диаметром 50—70 мм размещается двумя кольцами, с таким расчетом, чтобы расстояние между витками было не меньше диаметра труб.

Для размешивания может быть устроена либо обычная пропеллерная мешалка с верхним или нижним приводом, либо мешалка в соединении с диффузором (рис. 28). Применение диффузора позволяет делать мешалку меньшего диаметра, вследствие чего расход энергии сокращается на 25—30% по сравнению с обычной мешалкой. Интенсивное размешивание является обязательным, так как при недостаточном движении масса загустевает у наружных стенок и на поверхности змеевиков. В зависимости от величины осахаривателя мешалка должна делать от 120 до 200 об/мин.

Разваренную массу в осахариватель I ступени можно вводить сверху через крышку или сбоку, но обязательно выше змеевиков. Масса подается в центр осахаривателя с тем, чтобы она свободно стекала с трубы и не попадала на змеевики. При несоблюдении этого на змеевиках будут образовываться сгустки охлажденного крахмала.

Для использования заторного чана в качестве осахаривателя I ступени требуется осуществить следующие переделки:

1) демонтировать вытяжную трубу и выдувной колпак;

2) плоскую верхнюю крышку чана заменить на легко очищаемую струей воды сферическую крышку;

3) установить диффузор;

4) лопасти нижней пропеллерной мешалки уменьшить до 300—400 мм;

5) удалить все лишние вводы труб и устранить зазоры, где может задержаться масса и образоваться очаг инфекции;

6) установить поплавок, связанный с краном или клапаном, регулирующим поступление массы из выдерживателя.

Шестеренчатая передача вала мешалки заторного чана для устранения создаваемого ею шума заменяется на редуктор, а при отсутствии последнего — на дифференциальное сцепление автомобиля ЗИС.

При наличии 1—3 заторных чанов один из них переустанавливается под осахариватель первой ступени, а остальные демонтируются. Для небольших заводов, имеющих один заторный чан, целесообразно заменить его на осахариватель I ступени, требуемых размеров и конструкции.

Для нормальной эксплуатации осахаривателя первой ступени большое значение имеет четкое и бесперебойное действие устройств, дозирующих разваренную массу и солодовое молоко. Более или менее равномерное поступление массы достигается с помощью поплавкового регулятора. Устойчивое положение поплавка на поверхности размешиваемой жидкости достигается штоком, который проходит в трубке, размещенной по оси поплавка. При определении наивысшего уровня в осахаривателе поплавок нужно расположить так, чтобы он не прижимался к верхней крышке.

Плохое действие поплавкового регулятора разваренной массы в основном зависит от недостаточного размера поплавка и «заедания» отдельных деталей. В результате этого поступление массы из выдерживателя то прекращается на некоторый срок, и уровень ее сильно падает, то поплавок быстро поднимается, и масса переполняет осахариватель. Это приводит к нарушению температурного режима осахаривания и ухудшению качества затора. Поэтому изготовлению и эксплуатации регулятора уровня надо уделять должное внимание.

Хороших результатов в части равномерной подачи разваренной массы и стабильного температурного режима

осахаривания можно достичь, если в качестве дозатора установить поршневой насос с тем, чтобы один плунжер его подавал в осахариватель I ступени массу, а другой — солодовое молоко. Дополнительный расход пара на такого рода дозатор вполне окупится лучшим качеством затора.

Наблюдение за температурой в осахаривателе производится по манометрическому и ртутному термометрам со шкалой от 0 до 110°, которые устанавливаются внизу цилиндрической части, в удобном для наблюдения месте. Пневматический терморегулятор, если он недостаточно тщательно и правильно отрегулирован, не обеспечивает стабильной температуры в пределах колебания ее $\pm 1^\circ$. Ручное регулирование температуры облегчается при наличии у крана холодной воды дуговой шкалы со стрелкой.

На выходе заторной массы из осахаривателя первой ступени устанавливается кран или задвижка, но не клапан, способный приподниматься давлением пара во время стерилизации заторного трубопровода. Ниже крана к этому трубопроводу подключается горячая вода и пар, используемые при стерилизации.

Продуктовые насосы

Непрерывное осахаривание и охлаждение требуют непрерывной и бесперебойной откачки заторной массы из

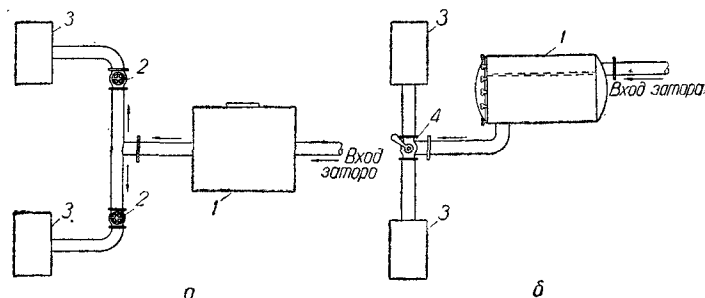


Рис. 38. Соединение продуктовых насосов с заторным трубопроводом:

а) неправильное подключение, б) правильное подключение.
1 — ловушка; 2 — задвижки; 3 — насосы; 4 — трехходовой кран

осахаривателя I ступени. Наиболее надежным для этой цели являются паровые плунжерные насосы. Приводные

насосы, ввиду трудности регулирования их производительности, устанавливать не рекомендуется.

Обязательно устанавливаются два насоса: работающий и резервный. Всасывающие и напорные трубопроводы выполняются с таким расчетом, чтобы не было мертвых и непроточных участков, где обычно возникают очаги инфекции. Запорными органами в этом узле трубопроводов могут быть только трехходовые краны, но отнюдь не двухходовые или задвижки (рис. 38).

В воздушных колпаках насосов устанавливается по одному крану диаметром 6—8 мм, через которые пропускается пар при стерилизации насоса и связанных с ним труб. В отсутствии на корпусе насоса воздушного колпака, таковой помещается на напорном трубопроводе, с вводом затора снизу и выходом сверху (рис. 39).

Если затор выводится из воздушного колпака сбоку (рис. 39, б), то на дне его застаивается масса, которая с течением времени прокисает. Объем колпака не должен превышать 10—15 л.

На заводах малой и средней производительности приходится устанавливать более мощные насосы, чем это требуется. При малой производительности насос работает с установкой кривошипного кольца на малый ход, поэтому давление на привод и крутящий момент остаются такими же, как для полной производительности. Для уменьшения износа сочленений плунжера, шатуна, кривошипного кольца, коренных подшипников и сальника подшип-

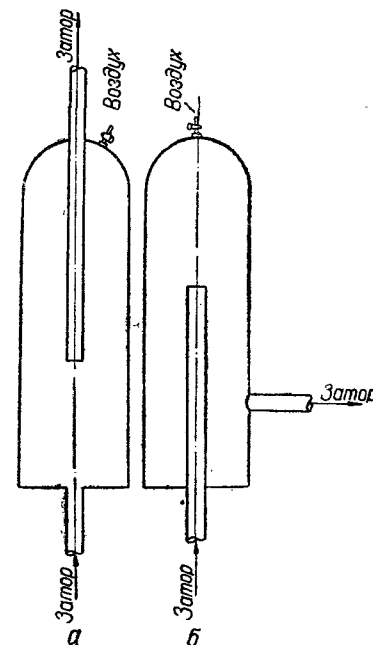


Рис. 39. Соединение воздушного колпака с заторным трубопроводом:

а) правильное соединение, б) неправильное соединение.

ника следует уменьшить диаметр плунжера, чтобы ход его был нормальным. Замена плунжера, рассчитанного на нужную производительность насоса, вставка соответствующих втулок в сальник — задача несложная, а вместе с тем эта переделка уменьшает напряжения в сочленениях в 2—3 раза и увеличивает срок действия насоса.

Дозаторы солода

Если в качестве дозатора солода принят плунжерный насос, то, во избежание частых перебоев и остановок по причине засорения дробинкой солода, необходимо учесть следующее.

Расходные чаны солодового молока и насос устанавливаются рядом, с таким расчетом, чтобы напор к насосу

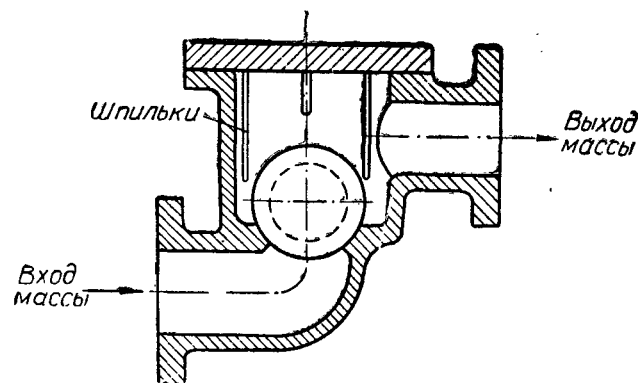


Рис. 40. Изменения в клапанной коробке плунжерного насоса.

соответствовал 400—500 мм. Всасывающие трубопроводы диаметром не более 50—60 мм делаются короткими, по возможности прямолинейными, а при необходимости закруглений радиус последних должен быть не меньше 500 мм.

Обычно внутри клапанной коробки насоса имеется три ребра, направляющих шар. Между ними задерживается и спрессовывается дробина солода. На крышке коробки имеется три прилива, ограничивающие высоту подъема шара, которые также способствуют засорению насоса. Для устранения этого надо удалить из коробки насоса направляющие ребра, заменив их тремя шпильками толщиной

10 мм и длиной 100 мм, расставив их так, чтобы зазор между ними и шаром равнялся 3 мм. Вместо приливов в центре крышки ставится шпилька высотой 40 мм, как ограничитель высоты подъема шара (рис. 40).

На всасывающей трубе у самого насоса задвижки или крана не устанавливают. Для отключения насоса служит задвижка, имеющаяся под расходным чаном солодового молока. Возле насоса подключается вода для промывки клапана при засорении дробинкой.

Чаны солодового молока

Чан для приготовления солодового молока устанавливается обычно в солодовне под солододробилкой. К нему обязательно подводится горячая вода, необходимая для получения солодового молока с температурой 25°. Этой

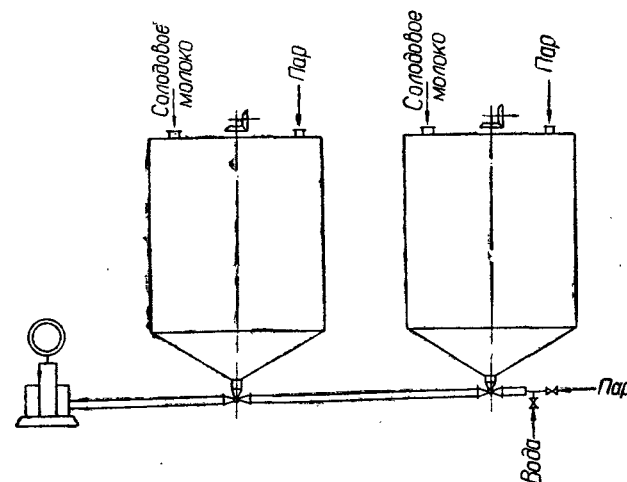


Рис. 41. Схема установки расходных чанов солодового молока рядом с насосом-дозатором.

же водой пользуются для промывки и дезинфекции солода антисептиками.

Расходных чанов солодового молока устанавливают два. При дозировке солодового молока плунжерным насосом, расходные чаны монтируются на полу первого этажа рядом с насосом и вблизи осахаривателя I ступени (рис. 41). Это самый лучший вариант расположения рас-

ходных чанов, обеспечивающий легкость обслуживания и наблюдения за равномерным поступлением солодового молока по назначению. Если же дозировка производится турникетом или ковшевым дозатором, то расходные чаны устанавливаются на площадке, устраиваемой над осахаривателем I ступени, с таким рас-

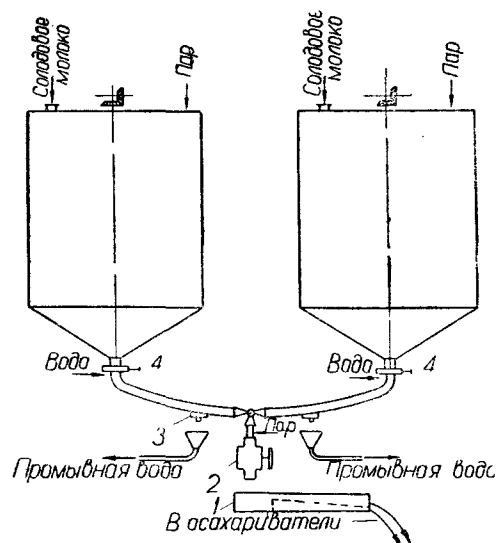


Рис. 42. Схема установки расходных чанов солодового молока над осахаривателем при одном дозаторе:

1 — лотковый делитель; 2 — дозатор; 3 — пробки на резьбе; 4 — шибберная задвижка.

сторону стока жидкости.

Нельзя применять для этой цели труб большого или слишком малого диаметра, так как в том и другом случае это приводит к частым засорениям их дробиноой солода. При большом сечении трубы и малой скорости происходит разделение солодового молока на жидкую и твердую фракции, с осаждением последней на стенках труб. Наиболее подходящими являются трубы диаметром 50 мм.

Рядом расположенные расходные чаны соединяются между собой трубопроводами, с обязательной установкой трехходового крана (рис. 42). Участки труб выше крана должны быть свободны от солодового молока, так как из

расходных чанов, обеспечивающий легкость обслуживания и наблюдения за равномерным поступлением солодового молока по назначению. Если же дозировка производится турникетом или ковшевым дозатором, то расходные чаны устанавливаются на площадке, устраиваемой над осахаривателем I ступени, с таким расчетом, чтобы солодовое молоко поступало в него самотеком (рис. 42). Такое расположение затрудняет наблюдение за поступлением солодового молока и учет последнего, а потому менее желательно.

В обоих случаях расходные чаны размещаются возможно ближе к осахаривателю I ступени и связываются с ним прямолинейными трубопроводами, имеющими достаточный уклон в

быстро оседающих твердых его частиц создаются пробки, которые при последующем переключении задерживают поступление солодового молока в осахариватель.

Для этой цели у самого выхода массы из расходного чана устанавливается задвижка. Промывная вода из расходных чанов спускается в канализацию через дозатор или отверстие в трубе перед ним, закрываемой пробкой на резьбе.

В эксплуатационном отношении удобно иметь два дозатора — по одному к каждому из расходных чанов (рис. 43).

Нижняя часть расходных чанов должна быть конусной. Чаны с плоским дном непригодны, ибо такая форма их не обеспечивает должного стока солодового молока, сгущенная часть которого оседает на днище.

Расходные чаны солодового молока снабжаются мешал-

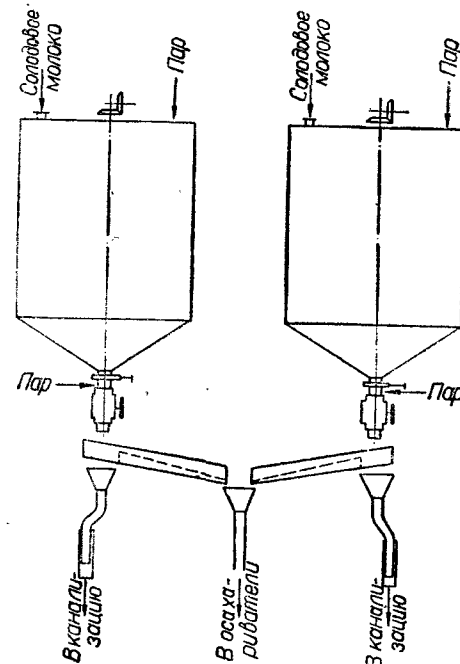


Рис. 43. Схема установки расходных чанов солодового молока с двумя дозаторами.

ками центробежного типа с верхним приводом. Устанавливать боковые мешалки не рекомендуется, так как на уровне вала мешалки жидкость сильно разбрызгивается, а внизу вовсе не размешивается. Лопасты мешалки должны быть согнуты по форме днища и находиться в непосредственной его близости. На нижнем конце вала закрепляются две маленькие лопасти, движением которых устраняется осаждение солодовой гущи в спусном отверстии расходного чана. Спускное отверстие чана, трехходовой кран и дозатор прочищают паром или сжатым воздухом, которые подаются по трубке диаметром

8—12 мм, подсоединяемой к штуцеру между краном и дозатором.

В расходных чанах должны быть поплавковые указатели уровня, со шкалой, помещенной в удобном для наблюдения месте. Связь между расходными чанами и солодовней, где обычно готовится солодовое молоко, осуществляется при помощи переговорной трубы, электрического сигнала и тому подобных устройств.

Учитывая тот факт, что непрерывность и равномерность подачи солодового молока является важнейшим условием успешного осахаривания затора, узел солодового молока необходимо монтировать так, чтобы он находился все время в орбите наблюдения и обслуживания варщика. На трубопроводах солодового молока рационально устанавливать стеклянные регарды, освещаемые лампочками. Это позволяет варщику издалека следить за движением продукта в трубопроводах. В этих же целях лотковый делитель устанавливается над осахаривателем I ступени, на высоте 400—600 мм от его крышки, с таким расчетом, чтобы струя солодового молока была видна варщику, стоящему у разварников.

Дозаторы ротационного и ковшевого типа устанавливаются так, чтобы они были легко доступны для обслуживания и прочистки при засорении. Для приведения в движение дозаторы этого типа связываются трансмиссией с продуктовым насосом, откачивающим затор из осахаривателя I ступени. Ввиду большого передаточного числа лучше применять цепную передачу, так как ременная передача не является надежной.

Осахариватель II ступени

По технологической характеристике трубчатый осахариватель является наилучшим. При суточной производительности 1000 дкл спирта устанавливается осахариватель общей длиной труб около 70 м при диаметре труб 120 мм. С изменением диаметра труб соответственно меняется общая их длина. Наиболее приемлемы для осахаривателя стальные трубы диаметром 100—150 мм, с толщиной стенок 3,5—4,0 мм.

В верхней точке трубчатого осахаривателя устанавливается воздушный кран, диаметром 8—12 мм. Установка нескольких кранов, на каждой трубе осахаривателя, яв-

ляется лишней и вредной, так как этим самым увеличивается число возможных очагов инфекции. В удобном для наблюдения месте, на входе массы в осахариватель, устанавливается патрон для ртутного термометра, погруженный в трубу на глубину 75 мм под углом в 45° по направлению движения продукта. Если патрон установлен против движения продукта, то труба в этом месте будет засоряться. Для спуска из осахаривателя промывной воды на нижней продуктовой трубе устанавливается трехходовой кран диаметром 24—36 мм или бобышка с отверстием такого же размера, закрываемая пробкой на резьбе. Устанавливать пробоотборный кран не рекомендуется, так как пользование им затруднено и небезопасно в смысле инфекции.

Трубопровод, служащий для отъема дрожжевого затора, соединяется с заторным трубопроводом трехходовым краном. Устанавливать в этом месте двухходовые краны, задвижки или вентили запрещается, так как это неизбежно влечет к образованию непроточных участков, способствующих накоплению инфекции. Выше крана подключается пар, которым пользуются для вытеснения заторной массы и стерилизации трубопровода.

Для заводов с суточной производительностью меньше 500 дкл спирта, в случае отсутствия труб для изготовления осахаривателя, может быть применен цилиндрический осахариватель емкостью 0,5—0,6 м³. В этот осахариватель масса входит сверху, а выходит снизу, благодаря чему в нем не накапливаются сорные примеси (солома, камни, песок и пр.).

Устройство внутри осахаривателя каких-либо перегородок не допускается. Для очистки имеется лаз диаметром 350—400 мм. При изготовлении цилиндрического осахаривателя отношение высоты к диаметру принимается равным 10 : 1, а нижнее днище выполняется с углом наклона не меньше 60°. Наружная поверхность осахаривателя, во избежание понижения температуры затора, покрывается изоляционным материалом.

Теплообменник

Теплообменник желательно устанавливать недалеко от осахаривателя II ступени. Если же это невозможно, то его следует поместить в бродильном отделении или рядом расположенной с ним пристройке.

Потребная поверхность охлаждения теплообменников
«труба в трубе» (в м²)

Суточная мощность завода (в дкл спирта)	Двухсуточное брожение		Трёхсуточное брожение	
	при трубах диаметром (в мм)			
	76/82	116/122	76/82	116/122
400	16	—	20	—
500	16	—	24	—
800	20	—	32	—
1000	20	30,0	32	—
1200	24	30,0	40	56,6
1500	24	30,0	40	56,6
2000	—	45,0	—	68,0
2500	—	45,0	—	80,0
3000	—	45,0	—	80,0

Ловушка

При непрерывном потоке заторной массы в аппаратах и трубопроводах за определенный промежуток времени накапливается значительное количество сорных примесей сырья, удаление которых связано с остановкой производства. Во избежание этого между осахаривателем I ступени и продуктовым насосом устанавливается ловушка.

Удобной в эксплуатации является горизонтальная ловушка, примененная на Трилесском заводе (рис. 44). Ловушка состоит из горизонтального цилиндрического сосуда 2. Перед очисткой ловушки от сорных примесей ее передняя крышка 1 открывается. Другой крышкой она через штуцер 3 подключается к заторному трубопроводу. Затор выходит сбоку ловушки по трубопроводу 4. На выходе подключается трубопровод 5, по которому солодовое молоко вместе с затором всасывается продуктовым на-

В теплообменник «труба в трубе» затор входит сверху и выходит снизу, а охлаждающая вода, наоборот, входит снизу и выходит сверху. На выходе затора из теплообменника устанавливается патрон для термометра. Обязательно также устанавливать в нижней точке теплообменника вентиль для спуска воды из межтрубного пространства и трехходовой кран для освобождения продуктовых труб от промывной воды. Трехходовой кран устанавливают на выходе массы из теплообменника, в месте подсоединения заторного трубопровода. Этот кран может быть заменен пробкой на резьбе. Отсутствие кранов лишает возможности удалять охлаждающую и промывную воду перед стерилизацией теплообменника. Если вода, находящаяся между трубами и внутри их, из-за невозможности ее спуска в канализацию, удаляется острым паром, то при этом происходят гидравлические удары, нарушающие непроницаемость кольцевых уплотнений, а поверхность труб загрязняется накипью. При монтаже теплообменника в местах соединения труб с переходными коленами необходимо вставить резиновые кольца для устранения щелей, где может задерживаться и прокисать заторная масса.

Для контроля за действиями теплообменника отходящую из него воду пропускают через воронку. Отходящая из первого теплообменника вода с температурой 30—35° может быть использована для варки зерна и хозяйственных нужд. При неисправности теплообменника в охлаждающую воду может попасть некоторое количество сладкого затора, поэтому применять ее для питания котлов нельзя. Трубопровод отходящей воды нельзя помещать слишком высоко, так как это уменьшает напор воды и ухудшает работу теплообменника. Вода из теплообменника должна сливаться свободно в сборник, а из него насосом подаваться в бак горячей воды.

Краны холодной воды, с помощью которых регулируется охлаждение, целесообразно сосредоточить в бродильном отделении, что облегчает рабочему наблюдение за температурой сливаемого в бродильный аппарат затора.

Практически потребная поверхность охлаждения теплообменника для заводов разной мощности приведена в табл. 19.

сосом. Внутри цилиндра размещена продольная решетка с отверстиями 8 мм. Ловушка удобна в эксплуатации и в ней отсутствуют места для застаивания продукта. Для заводов производительностью до 1000 дкл спирта следует

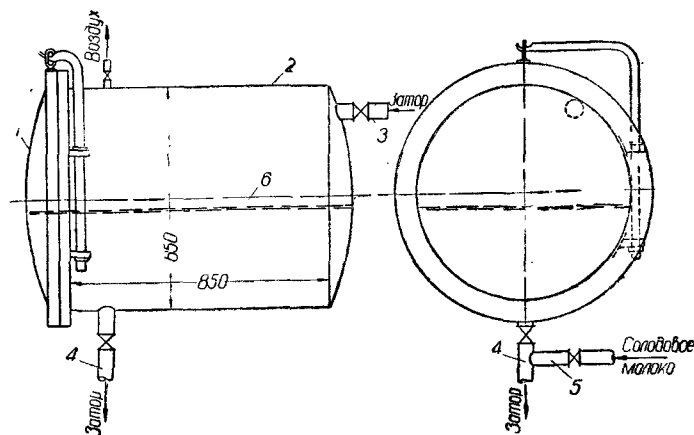


Рис. 44. Ловушка:

1 — открывающаяся крышка; 2 — корпус ловушки; 3 — штуцер для входа затора; 4 — штуцер для выхода затора; 5 — трубопровод солодового молока; 6 — решетка.

устанавливать ловушку диаметром 500—600 мм и длиной 600—700 мм, а для заводов большей производительности — диаметром 650—700 мм и длиной 800—900 мм. Отверстия в решетке не должны превышать 10 мм.

Пульт управления

Узел разваривания (без процесса загрузки) и узел осахаривания и охлаждения при удачной компоновке оборудования может обслуживать один рабочий. Для этого необходимо, чтобы управление аппаратов было сосредоточено в одном пункте. Пульт управления лучше всего разместить возле осахаривателя I ступени. Для удобства обслуживания краны, вентили, термометры и другие регулирующие устройства должны быть размещены на уровне роста человека. Удлинение продуктовых трубопроводов, связанное с устройством пульта управления, оправдывается лучшим обслуживанием агрегатов.

Необходимо только его выполнить так, чтобы не было ни малейших участков труб, где бы мог образоваться очаг инфекции.

Бродильные аппараты

Для предупреждения инфекции при брожении весьма большое значение имеет правильное устройство продуктового (заторного) трубопровода, связывающего теплообменник с бродильными аппаратами. Выполняется этот трубопровод так, как указано на рис. 45, с обязательной

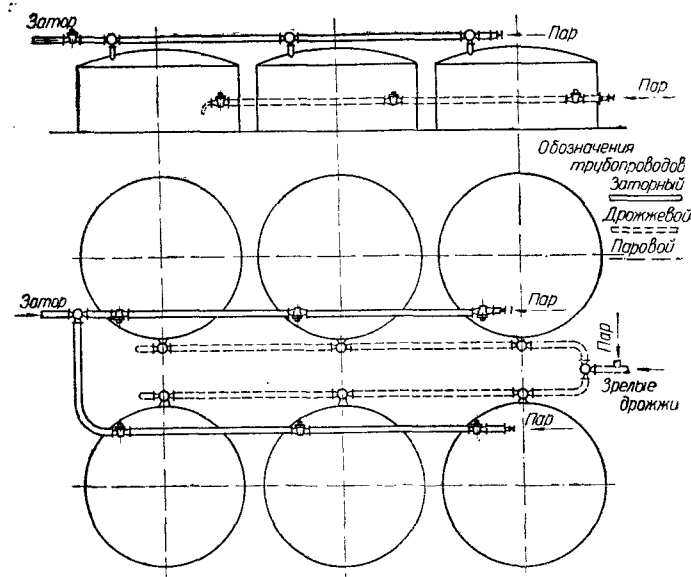


Рис. 45. Заторные и дрожжевые трубопроводы бродильных аппаратов.

установкой трехходовых кранов. Применение в этом месте других запорных органов запрещается, так как это неизбежно влечет к образованию непроточных участков труб, являющихся местом возникновения инфекции. Трубопроводы для спуска зрелых дрожжей подключаются к середине бродильного аппарата с помощью трехходовых кранов. К обоим продуктовым трубопроводам подключается пар, используемый для стерилизации.

В бродильных аппаратах устанавливаются поплавковые указатели уровня, без которых нельзя достичь ни стабильности процесса осахаривания, ни равномерно, по отношению к заторной массе, подачи солодового молока. Поплавковое устройство используется только во время заполнения бродильного аппарата и потому может быть переносным.

Трубопроводы и арматура

Ни в коем случае недопустимо наличие в продуктовых трубопроводах ненужных отрезков и отводов, «мешков», лишних фланцевых соединений, запорной арматуры и прочее, где может задержаться заторная масса и подвергнуться закипанию.

Продуктовые трубопроводы должны быть возможно короткими, с уклоном в сторону движения продукта, что необходимо для стока жидкости после окончания той или иной операции. В любой части продуктовых трубопроводов недопустимо наличие даже самых малых участков, где бы заторная масса не двигалась, так как в этих местах очень быстро развиваются вредные для производства микроорганизмы. Ко всем продуктовым трубопроводам, для их промывки и стерилизации, подключаются вода и пар, как это указано на рис. 35. Нельзя включать в работу установку непрерывного осахаривания и охлаждения, если не приняты меры к предупреждению инфекции в трубопроводах.

На продуктовых линиях бродильного, дрожжевого и других отделений следует ставить только трехходовые краны. Однако такие краны, согласно ГОСТу, изготавливаются размером только 80 мм. Кроме того, обыкновенный трехходовой кран создает значительное сопротивление прохождению продукта, так как в пробке его имеется угол, создаваемый третьим проходом. В целях устранения этих недостатков рекомендуется применение переключного крана (рис. 46). В этом кране жидкость направляется на проход прямо или на ответвление в сторону. При этом один из проходов всегда остается открытым. Переключной кран состоит из корпуса 1 с тремя патрубками и с несколько сдвинутой центральной частью. В пробке 2 имеется однопроходное отверстие, расположенное на одной половине пробки, с выгибом в сторону другой половины. Кран закрывается крышкой 3, в которой устроено

сальниковое уплотнение. На квадратный хвостовик пробки одета ручка 4 с приваренными к ней стрелками 5. На крышке нанесены знаки 6, против которых закреплены

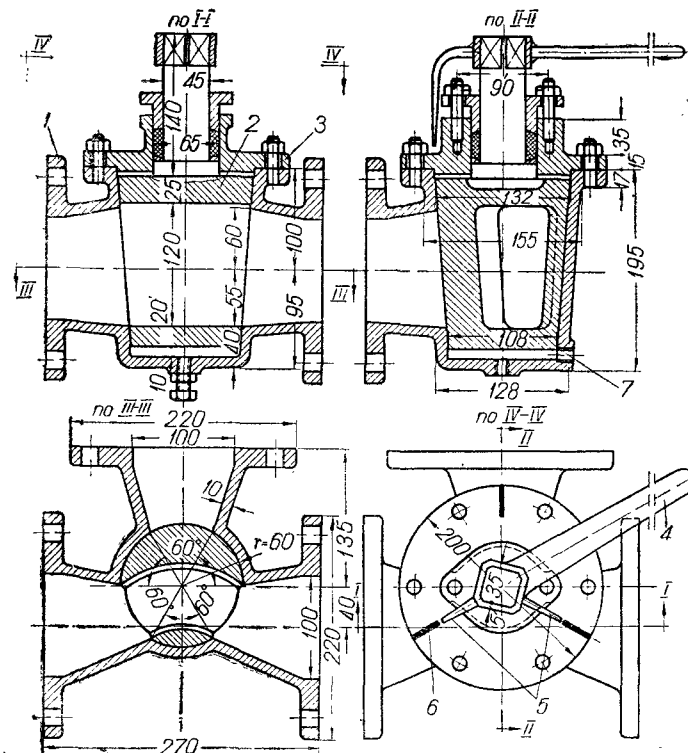


Рис. 46. Переключной кран конструкции Малченко и Чистякова.

стрелки, указывающие на положение пробки в кране. В корпусе имеется отверстие с нарезкой для стерилизации или заливки в пространство под пробкой крана раствора антисептика.

Кран этой конструкции позволяет направить жидкость в трубопровод прямо или в ответвление при подаче ее насосом с любой стороны. Сопротивление проходу жидкости невелико, так как в этом кране отсутствуют острые углы, что также очень важно в смысле предупреждения инфекции.

Таблица 20
Рекомендуемые диаметры трубопроводов (в мм)

№ трубо- проводов	Наименование или назначение трубопро- вода	При суточной мощности завода (в дкл спирта)								
		400	500	800	1000	1200	1500	2000	2500	3000
1	Выдувная из развар- ников	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	Масса из выдерживателя в осахариватель	100	100	100	100	150	150	150	150	150
3	Всасывающая к продук- товому насосу	80	80	80	80	80	100	100	100	100
4	Затор от насоса к тепло- обменнику	70	70	70	70	80	80	100	100	100
5	Затор на дрожжи	70	70	70	70	80	80	100	100	100
6	Солодовое молоко в оса- хариватель	70	70	70	80	80	80	80	80	80
7	Пар из выдерживателя в предразварники	150	150	150	150	150	150	150	150	150
8	Отвод от трубы 7 к каж- дому предразварнику	70	70	70	70	70	70	70	70	70
9	От предразварника к ча- ну горячей воды	70	70	70	70	70	70	70	70	70
10	Пар к разварнику	50	50	50	50	50	50	50	50	50
11	Верхний пар к развар- нику	50	50	50	50	50	50	50	50	50
12	Циркуляционная труба от разварника	50	50	50	50	50	50	50	50	50
13	Общая циркуляционная труба	50	50	50	50	50	50	50	50	50
14	Выпуск остаточного дав- ления из разварников	40	40	40	40	40	40	40	40	40
15	Вода к мернику	70	70	70	70	70	70	70	70	70
16	Вода от мерника к пред- разварнику	70	70	70	70	70	70	70	70	70
17	Пар для обдувки ре- шетки выдерживателя	40	40	40	40	40	40	40	40	40
18	Пар в барботер выдер- живателя	40	40	40	40	40	40	40	40	40
19	Горячая вода в низ вы- держивателя	40	40	40	40	40	40	40	40	40
20	Холодная вода в змееви- кн осахаривателя	50	50	70	70	70	80	80	80	80
21	Пар для продувки змее- виков осахаривателя	25	25	25	25	25	25	25	25	25
22	Вода из змеевиков оса- харивателя	50	50	70	70	80	80	80	80	80
23	Вода к теплообменнику для охлаждения затора	50	50	70	70	80	80	80	100	100
24	Вода из теплообменника	50	50	70	70	80	80	80	100	100

Продолжение табл. 20

№ трубо- проводов	Наименование или назначение трубопро- вода	При суточной мощности завода (в дкл спирта)								
		400	500	800	1000	1200	1500	2000	2500	3000
25	Пар для продувки меж- трубного пространства теплообменника	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	Охлажденный затор в бродильные аппараты	70	70	70	70	80	80	100	100	100
27	Горячая вода из бака в трубу 3	50	50	50	70	70	70	100	100	100
28	Пар в трубу 3	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Недостаточное, а подчас и лишнее, сечение трубопро-
водов зачастую является препятствием к нормальной ра-
боте агрегатов. В табл. 20 приведены нормальные диа-
метры продуктовых, водяных и паровых трубопроводов
для коммуникаций спиртовых заводов производительно-
стью от 400 до 3000 дкл спирта в сутки.

ГЛАВА X

ИЗ ПРАКТИКИ ОСВОЕНИЯ ПОЛУНЕПРЕРЫВНОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

Переход с периодической на полунепрерывную схему производства не представляет существенных трудностей технического или технологического порядка. Если монтаж оборудования и трубопроводов выполнены правильно и персонал завода достаточно полно ознакомлен с новой схемой, то освоение ее происходит в течение нескольких дней. В этом случае быстро достигаются стабильные технико-химические показатели производства, заметно лучшие, чем при периодической схеме. При наличии же ошибок и недоделок, допущенных при монтаже, и неопытности персонала во время внедрения новой схемы могут иметь место значительные перебои в работе завода, сопровождающиеся неполадками в действии оборудования. В таких случаях заводу должна быть оказана немедленная конкретная техническая помощь по наладке производственного процесса и устранению допущенных недочетов и ошибок.

Наблюдениями установлено, что неудачное и затяжное освоение полунепрерывного способа производства чаще всего происходит казалось бы, из-за мелочей, несоблюденных при монтаже и эксплуатации аппаратов непрерывного действия. Вместе с тем эти «мелочи» являются весьма важными и необходимыми для нормального производства. Поэтому переходу завода на полунепрерывную технологическую схему должно предшествовать длительное и глубокое изучение всем коллективом инженерно-технических работников и производственных рабочих как нового оборудования и аппаратуры, так и новых технологических режимов, с обязательной сдачей экзамена по теории и практике данного вопроса. Не менее 4—5 инженерно-

технических работников и столько же рабочих должны пройти длительную практику на одном из спиртовых заводов, где успешно освоен новый метод производства.

Надо тщательно изучить все детали новой аппаратуры и технические условия ее монтажа. При поверхностном ознакомлении существенные особенности новой схемы и технологического режима остаются незамеченными, вместе с тем от них во многом зависит успешное освоение нового способа производства.

На первых порах, когда не было еще достаточного опыта, при внедрении полунепрерывной схемы допускались иногда ошибки как по установке, так и в эксплуатации оборудования. Чтобы не повторять их в дальнейшем, приводим описание наиболее характерных недочетов, которые имели место при освоении новой схемы на двух спиртовых заводах. На одном из них ошибки заключались в следующем.

Технический проект реконструкции варочного и заторного отделений имелся, но монтажных и рабочих чертежей не было. Это обстоятельство послужило причиной целого ряда недочетов при компоновке и монтаже оборудования.

Предразварники с паровыми рубашками в цилиндрической части были установлены без ввода пара в нижнюю часть. В этих предразварниках масса зерна и воды прогревалась до кипения только сверху, оставаясь холодной внизу, в связи с чем разваривание сырья было продолжительным и неравномерным. При установке предразварников с внутренним вводом пара такие ненормальности не имели бы места. Пар из предразварников отводился в бак горячей воды по трубе диаметром 50 мм, вместо требуемых 70 мм, что привело к образованию давления в верхней части предразварников и потере пара через неплотности крышек. Дроссельные клапаны, установленные на паровых трубопроводах, не предотвращали поступления пара из одного предразварника в другой. Это создавало тяжелые условия труда и было небезопасно для обслуживающих рабочих.

Выдерживатель был установлен на высоте 800 мм от пола. В силу этого, нижний конус его можно было бы освободить от массы давлением пара. Между тем пар ни к конусу, ни к решетке выдерживателя не был подведен. Это лишало возможности производить периодическую очистку и стерилизацию выдерживателя.

Клапан, регулирующий давление, был изготовлен и установлен неправильно и действовал нерегулярно. Чтобы избежать выбрасывания массы из выдерживателя, на заводе вынуждены были приподнять клапан, и пар уходил в атмосферу. Таким образом выдерживатель потерял свои функции доваривателя и сепаратора пара и превратился в сборник разваренной массы. Установленный для этого аппарата температурный режим явно не соблюдался. К тому же, патрон для термометра в выдерживателе отсутствовал.

Нормальное для этого аппарата давление в 0,5 ати нельзя было поддерживать по той причине, что высота U-образной трубы равнялась 5 м, вместо требуемых 7 м. Удлинив означенный гидравлический затвор и переделав клапан, удалось, наконец, добиться постоянства давления в аппарате в 0,3—0,5 ати. После соответствующих переделок стало возможным при снижении температуры подогревать массу паром через барботер, помещенный в конусе выдерживателя. Давлением в 0,5 ати масса полностью выдавливалась в осахариватель, и очистка выдерживателя стала вполне возможной.

Разварники были включены в работу без пробоотборных кранов, что лишало возможности контролировать процесс разваривания сырья. Более того, была допущена и другая ошибка. Качество разваренной массы устанавливалось по пробе, отбираемой из выдерживателя. Это вводило в заблуждение как варщиков, так и химиков, так как по средней пробе из выдерживателя нельзя было судить, в каком разварнике процесс прошел нормально, а в каком ненормально.

Когда были установлены пробоотборные краны на штуцерах разварников, предназначенных для спуска плодовой воды, они, как и следовало ожидать, быстро засорялись и пользоваться ими не представлялось возможным. Лишь после установки кранов на высоте 700 мм от нижнего фланца разварника стал возможен нормальный контроль процесса варки.

В качестве осахаривателя I ступени был использован заторный чан емкостью 14 м³. Его включили в работу с рядом недоделок. Регулирующий заполнение аппарата кран, связанный с поплавком, и диффузор отсутствовали. Поэтому уровень жидкости нередко достигал верхней крышки и смачивал ее. Масса из выдерживателя

подводилась по трубе непосредственно в низ цилиндрической части осахаривателя. Попадая на поверхность змеевиков, она загустевала в студень, который в значительном количестве накапливался между стенкой осахаривателя и первым кольцом змеевиков. До установки диффузора, в качестве временной меры, изменили устройство трубопровода, по которому масса поступала в осахариватель, а именно: перенесли его выше и удлинили с таким расчетом, чтобы он проходил над змеевиками и чтобы масса из него направлялась к центру осахаривателя. Образование крахмалистого студня на змеевиках после этого прекратилось.

Вытяжная труба и выдувной колпак не были демонтированы. Верхняя крышка осахаривателя состояла из небрежно скрепленных железных листов. Поддерживать в чистом состоянии ее было невозможно. Не были удалены также трубопроводы, ранее служившие для подачи солодового молока. Все эти недочеты благоприятствовали образованию в осахаривателе очагов инфекции.

Ловушка при осахаривателе I ступени хотя и имела, но была явно недостаточной по размерам, что приводило к частому засорению продуктового насоса, трубчатого осахаривателя II ступени и теплообменника.

На участке заторного трубопровода между осахаривателем I ступени и ловушкой теплая вода не была подключена, чем осложнялась промывка всей системы аппаратов и трубопроводов. Заторную массу можно было вытеснить лишь давлением пара. Кроме лишней затраты времени и пара, этот способ освобождения аппаратуры и трубопроводов приводил к нагреванию продукта до температуры близкой к 100°, отчего погибала амилаза солода. С подсоединением к заторному трубопроводу (у самого его начала) трубопровода горячей воды диаметром в 77 мм все эти затруднения отпали. Заторная масса вытеснялась из всей системы водой в течение 8—10 минут, при этом температурный режим охлаждения не нарушался. Потребное на освобождение, промывку и стерилизацию время сократилось с 4—6 часов до 1 часа.

Узел солодового молока также обладал недостатками. Единственный расходный чан солодового молока был установлен на фундаменте высотой 500 мм от пола первого этажа. Он имел плоское днище. Размешивание производилось небольшой боковой мешалкой, вал

которой находился на расстоянии 300 мм от днища. Солодовое молоко из чана подавалось в осахариватель I ступени отдельным плунжерным насосом, не связанным с заторным насосом. Таким образом, столь необходимая увязка в работе этих двух насосов отсутствовала. При наличии одного расходного чана учет солодового молока усложнялся, а дозировка его была неточной и, самое главное, неравномерной. Это обуславливалось неправильным устройством чана и мешалки. Когда уровень жидкости снижался ниже вала мешалки, солодовая гуща оседала на плоское днище и всасывание ее насосом прекращалось. Добавлением воды и размешиванием вручную удавалось подать остаток солодового молока в осахариватель I ступени, но на эту операцию уходило 8—10 минут, в течение которых количество поступающего солодового молока не соответствовало норме.

Благодаря всем этим, казалось бы, мелким дефектам в оборудовании узла солодового молока, а также ручному регулированию поступающей в осахариватель из выдерживателя массы, качество сладкого затора не всегда было удовлетворительным.

Лотковый делитель солодового молока был вначале установлен слишком высоко по отношению к осахаривателю I ступени. Это усложняло наблюдение за его работой. Удлиненные и изогнутые трубопроводы солодового молока, связывающие делитель с осахаривателем и заторным трубопроводом, не были доступны для очистки и стерилизации. Так как в этих трубах явно накапливалась инфекция, то пришлось немедленно произвести переделку лотка и связанных с ним труб. При этом делитель был установлен непосредственно на осахаривателе на подставках высотой 800 мм и прямыми отрезками труб диаметром 50 мм соединен с осахаривателем и всасывающей трубой продуктового насоса. Ежедневная очистка и стерилизация этих труб не представляла каких-либо затруднений. Струя солодового молока, поступающая в осахариватель I ступени, была видна варщику с его рабочего места.

В теплообменнике и осахаривателе отсутствовали краны для спуска охлаждающей и промывной воды. Удалялась она из труб с помощью пара. При этом возникали гидравлические удары, уменьшающие срок службы кольцевых уплотнений, и теплообменник давал течь. Ко всему этому неприятным было то, что на стерилизацию

этих двух аппаратов требовалось продолжительное время (50—60 минут). После установки в соответствующих местах кранов для спуска жидкости потребное время на стерилизацию сократилось до 15—20 минут.

Всасывающий отрезок заторного трубопровода, на участке между ловушкой и двумя продуктовыми насосами, был выполнен вначале неудачно, с лишними отводами и непроточными, при отключении одного из насосов, отрезками. Так как это создавало благоприятные условия для образования очагов инфекции в тех местах, где застилавалась жидкость, то этот узел трубопровода пришлось немедленно переделать и устранить при этом всякую возможность задержки в трубах заторной массы.

На заторном трубопроводе имелся воздушный колпак объемом в 0,25 м³. При столь большом объеме он постепенно заполнялся воздухом, и смоченные затором стенки служили местом для развития микроорганизмов. Из этих соображений был установлен колпак обычных размеров с входом и выходом массы, как указано на рис. 39.

Правильное устройство трубопроводов от теплообменника до бродильных аппаратов при непрерывном производстве имеет особо важное значение. Этот трубопровод должен быть выполнен так, как указано на рис. 45. В противном случае в непроточных его местах неизбежно образование очагов инфекции. На данном заводе это условие не было соблюдено. Приспособленный для периодической работы заторный трубопровод был оставлен без изменения. Одной линией он проходил между двумя рядами бродильных аппаратов, а для заполнения каждого из них служили поворотные трубы. При заполнении какого-либо из бродильных аппаратов заторная масса попадала в тупиковые участки труб, где оставалась без движения и закисала, являясь источником инфекции для всей линии трубопровода. Подвод пара для стерилизации свободного от массы участка заторного трубопровода отсутствовал. Стерилизация его возможна была только при остановке осахаривателя II ступени и теплообменника. Так как это было связано с остановкой производства, то заторный трубопровод стерилизовался не чаще одного раза в сутки и в неиспользуемых участках накапливалась инфекция.

Заполнение бродильных аппаратов сладким затором по приточному способу вызывает необходимость равномерного поступления зрелых дрожжей в количестве

15—20% по отношению к заливаемому затору с тем, чтобы кислотность его не превышала 0,5°. Это правило нарушалось. В бродильный аппарат в первый час его заполнения одновременно поступало 6 м³ сладкого затора и 3 м³ дрожжей кислотностью 1,8°. Вследствии этого кислотность сбраживаемой среды в первые полчаса от начала заполнения равнялась 1,2°, по истечении одного часа — 1,0°, двух часов — 0,7°, трех часов — 0,5° и четырех часов — 0,4°. При столь высокой кислотности, особенно в начале залива, осахаривающая способность слитого в бродильный аппарат затора заметно снижалась.

Из-за перечисленных упущений и ошибок, допущенных при монтаже нового оборудования, освоение новой схемы на данном заводе затянулось.

Значительно успешнее проходило освоение новой схемы на другом заводе.

Подбор нового оборудования произведен был технически правильно и довольно удачно. Установленное оборудование вполне обеспечивало выработку спирта в размере суточной мощности завода. Техническое оснащение основных цехов и отделений выполнено было в соответствии с требованиями современной техники спиртового производства.

Однако не было уделено должного внимания мелочам.

Варочное отделение было оборудовано особенно хорошо и может служить примером для других заводов. В этом отделении установлено три разварника, три предразварника с внутренним обогревом сырья с помощью труб, мерник для воды, бак горячей воды для питания предразварников и бак горячей воды для питания котлов. Над предразварниками установлен бункер и двухтонные весы с вагонеткой, передвигающейся по рельсам. Зерно из бункеров, а картофель из мойки элеваторами подаются в весовой бункер, из него самотеком в вагонетку, а из нее — в предразварники. Вагонетка с грузом 0,5 т легко вручную передвигается по рельсам к предразварникам. Внутрицеховой учет сырья, правильная дозировка воды и другие условия производства вполне обеспечиваются оборудованием варочного отделения.

Заслуживают внимания два новшества по этому отделению: приспособление для прочистки пробоотборных кранов на разварниках (рис. 47) и разгрузочная задвижка

предразварников конструкции механика завода Т. М. Темицкого (рис. 48).

Эта задвижка хорошо удерживает в предразварнике воду, удобна в эксплуатации и, кроме того, позволяет регулировать выгрузку сырья и воды из предразварника. Последнее очень важно с точки зрения техники безопасности этой операции.

Задвижка состоит из корпуса 3, присоединяемого к фланцу 1, и патрубка 2. Запорная часть задвижки состоит из распорных дисков 9, прижимаемых гайками 8 к уплотняющему резиновому кольцу 10 при помощи винта 4, имеющего правую и левую резьбу. Уплотнение винта достигается сальником 5. Для закрытия задвижки вращается винт, в результате чего гайки, из которых одна подвигается влево, а другая вправо, прижимают диски к резиновому кольцу. При вращении винта в обратном направлении гайки отходят в исходное положение и диски садятся на фиксатор 7. По мере выдвигания дисков на себя, сырье из предразварника просыпается через задвижку вниз через патрубок 6.

В отделении осахаривания оборудование расположено несколько неудачно. Выдерживатель установлен посредине помещения, а осахариватель I ступени задней стороной к разварникам. Продуктовые насосы отдалены от осахаривателя II ступени и теплообменника. Расходные чаны солодового молока помещены над осахаривателем I ступени слишком высоко. Все это не позволяет совместить обслуживание одним рабочим варочного отделения и станции осахаривания, а потому при данной компоновке оборудования необходим рабочий-теплообменщик. Осахариватель I ступени, емкость которого соответствует 45—50-минутной производительности завода, и трубчатый осахариватель II ступени вполне обеспечивают нормальный процесс осахаривания.

Наряду с техническим правильным выбором оборудо-

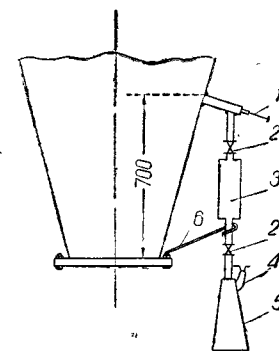


Рис. 47. Пробоотборник: 1 — шток для прочистки отверстия в разварнике; 2 — верхний и нижний краны; 3 — баллон; 4 — крючок; 5 — цилиндр для пробы; 6 — крепление баллона к разварнику.

вания для данного отделения, при монтаже последнего были допущены недоделки и недочеты, которые мешали нормальной эксплуатации отдельных аппаратов и нарушали технологические процессы.

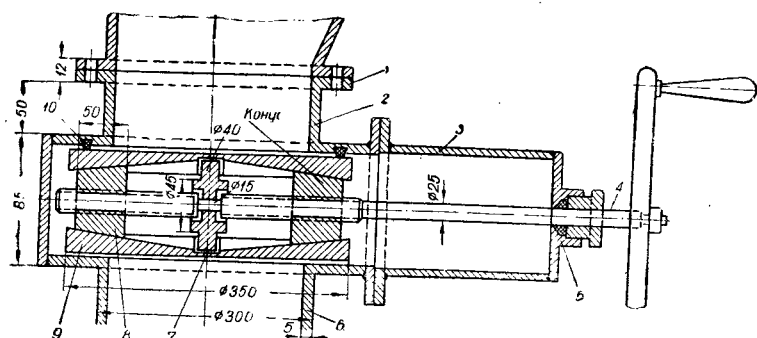


Рис. 48. Разгрузочная задвижка предразварника системы Т. М. Теницкого.

В выдерживателе отсутствовал барботер в нижнем конусе и патрон для температуры на выходе массы (перед задвижкой), что лишало возможности контролировать и поддерживать нужную температуру в $103-105^{\circ}$. Не было пробобортного крана на спускной трубе и потому качество массы, выходящей из выдерживателя, не проверялось. Контрольный водяной краник был размещен на высоте 3 м вместо 3,5 м от низа U-образной трубы. К манометрической трубке вода не была подведена, а у манометра отсутствовал трехходовой кран, служащий для продувки, в результате чего манометр не действовал. Паровой клапан не был отрегулирован и работал весьма неисправно. Все это вместе взятое не давало возможности соблюдать в выдерживателе нужный режим давления и температуры. Чрезмерно высокое давление и выбросы воды по этой причине из гидравлического затвора были обычными явлениями.

В расходных чанах солодового молока отсутствовали поплавковые указатели уровня. Дозировка солодового молока по этой причине, а также из-за несвоевременной его подачи из солодовни, была неравномерной как по времени, так и по распределению между осахи-

вателями. Почасового учета солодового молока не было. В результате этого также не было и необходимого постоянства соотношения между количеством солода и разваренной массы, поступающими в осахариватели. Лопasti мешалки были расположены высоко, что приводило к осе-

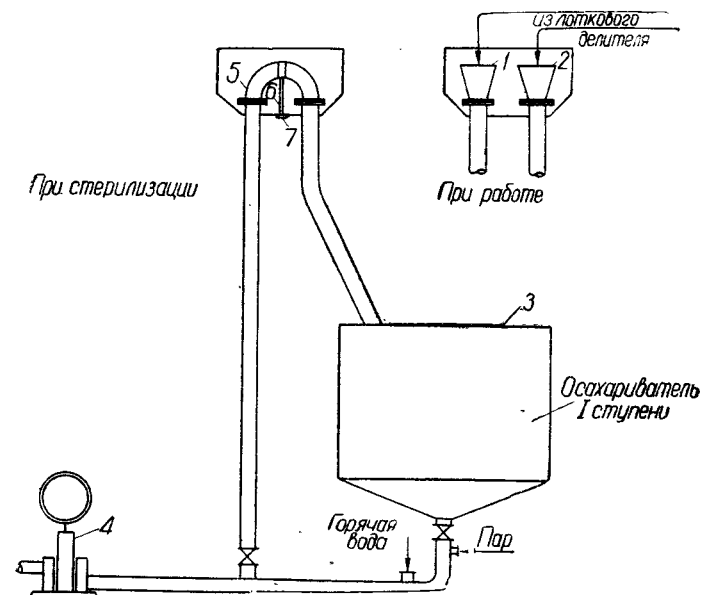


Рис. 49. Устройство для стерилизации трубопроводов солодового молока.

данию шелухи на днище чана, способствовало засорению дозаторов и нарушало нормальную дозировку солодового молока.

Солодовое молоко приготовлялось на холодной артезианской воде и температура его не превышала $12-15^{\circ}$. Поэтому в осахаривателе I степени надо было поддерживать температуру $67-68^{\circ}$, с тем чтобы в осахаривателе II степени она не падала ниже $55-57^{\circ}$. Слишком высокий перепад температур в обоих осахаривателях ($10-12^{\circ}$ вместо обычных $4-5^{\circ}$), который вызывался низкой температурой солодового молока, отрицательно влиял на процесс осахаривания затора и пастеризацию вводимого в него солодового молока.

Заслуживает внедрения на других спиртозаводах способ стерилизации трубопроводов, служащих для спуска солодового молока в осахариватели, который осуществлен на данном заводе Т. М. Теницким (рис. 49). Из лоткового делителя солодовое молоко через воронку 2 поступает в осахариватель I ступени 3, а через воронку 1 — во всасывающую трубу продуктового насоса 4. Перед стерилизацией обе воронки снимаются, а на их место устанавливается «калач» 5, прикрепляемый к спускным трубам солодового молока планкой 6 с гайкой 7. Приспособление очень простое, позволяющее вместе с тем ежедневно пропаривать весь узел труб осахаривателя I ступени, который наиболее подвержен инфекции.

Осахариватель I ступени соединен с двумя продуктовыми насосами трубопроводом, на котором вместо одного трехходового крана установлены две задвижки. При работе одного насоса у другого (резервного) оставались непроточные участки трубопровода, где развивалась инфекция. К всасывающему трубопроводу, на выходе массы из осахаривателя I ступени, вода и пар, необходимые для промывки и стерилизации, не были подключены.

Пневматический терморегулятор, установленный на осахаривателе I ступени, давал отклонения $\pm 3 \div 5^\circ$. При столь большой неточности этот прибор не мог обеспечить стабильное регулирование охлаждения заторной массы в узких пределах температурного режима этого процесса. К тому же градуировка шкалы указывающего прибора, с делениями в 5° , совершенно не подходила для условий спиртового производства. Ручное же регулирование температуры было недостаточно постоянным и четким. В связи с этим температурный режим осахаривания не соблюдался и качество заторов нередко было плохим. Этому способствовало, кроме всего прочего, неточная дозировка и учет солодового молока, низкая температура его и неудовлетворительное действие ловушки на заторном трубопроводе.

В осахаривателе II ступени и теплообменнике на выходе массы отсутствовали краны для спуска промывной воды, а в верхней точке (на входе массы) — краны для выпуска воздуха. Не было также крана для спуска воды из межтрубного пространства теплообменника. Впоследствии эти недостатки были устранены, причем вместо трехходовых кранов были установ-

лены пробки на резьбе, что оказалось более целесообразным.

График дезинфекции и порядок ее проведения не был разработан, и дезинфекция проводилась нерегулярно и неправильно. Заторная масса из аппаратов и трубопроводов вытеснялась паром, а не водой, как это положено. Мерк к устранению всякого рода «мешков» и тупиков на трубопроводах не принималось. Поэтому в аппаратах и трубопроводах имелись очаги инфекции.

Хотя основные вопросы реконструкции на этом заводе были решены хорошо, но перечисленные, казалось бы, мелкие недочеты служили в период освоения тормозом к правильному использованию оборудования и соблюдению установленных режимов производства.

Приведенные два примера показывают, насколько серьезно и подробно персонал завода должен ознакомиться с особенностями нового технологического режима и оборудования и насколько продуманно нужно выполнять монтаж этого оборудования.

Теперь, имея богатый опыт многих спиртовых заводов, успешно освоивших полунепрерывную схему, внедрение ее на других заводах не представляет затруднений. Переход на новый способ производства происходит обычно без особых осложнений в работе заводов. С первых же дней работы по новой схеме спиртовые заводы, как правило, перевыполняют производственный план. Очень скоро налаживается ритмичность ступенчатого разваривания и непрерывного осахаривания и выявляются преимущества такого способа по сравнению с периодическим.

Воочию убедившись в этом, рабочие и инженерно-технические работники с большим трудовым подъемом стремятся к тому, чтобы в возможно короткий срок добиться лучших показателей и эффективнее использовать новое оборудование. В этом отношении заслуживают быть отмеченными коллективы Мирозского и особенно Трилеского заводов Киевского спиртотреста. На этих заводах переход на полунепрерывную схему не только прошел успешно, но их коллективы внесли в эту схему много полезных дополнений и усовершенствований как в части монтажа оборудования, так и технологических режимов. В течение непродолжительного времени эти заводы достигли хороших количественных и качественных показателей

производства по увеличению выхода спирта и снижению расхода топлива, воды и электроэнергии.

Трилесский и Мироцкий заводы на протяжении последних двух-трех лет являются школами для наглядного показа новой техники спиртового производства. Многие рабочие и инженерно-технические работники спиртовой промышленности ознакомились с полунепрерывной схемой именно на этих заводах. Практический опыт Мироцкого и Трилесского заводов использован при составлении настоящей книги.

Стахановец Трилесского завода И. Я. Харченко впервые совместил профессию варщика и теплообменщика и успешно усвоил трехступенчатое разваривание сырья.

Весьма полезным явилось его предложение об устройстве в осахаривателе I ступени стеклянной регарды, помещенной на уровне поплавка, что значительно облегчает наблюдение за поступлением в этот аппарат разваренной массы.

Стахановец В. И. Куденко предложил и выполнил удачный по конструкции клапан к течкам для сырья, поступающего в предразварники, и съемные щелевидные концы парораспределительных труб предразварников.

Механик П. К. Сыч разработал и внедрил новый тип горизонтальной ловушки (рис. 44).

В период освоения схемы на Мироцком заводе механик К. К. Джунь внес много усовершенствований, которые использованы на других заводах. Он удачно решил вопрос о стационарном соединении течек для сырья с предразварниками, что улучшило условия труда и устранило просыпание зерен и клубней картофеля при загрузке.

На Мироцком заводе впервые испытана камера для отбора и определения качества разваренной массы (рис. 50), разработанная Киевским филиалом ВНИИСП'а

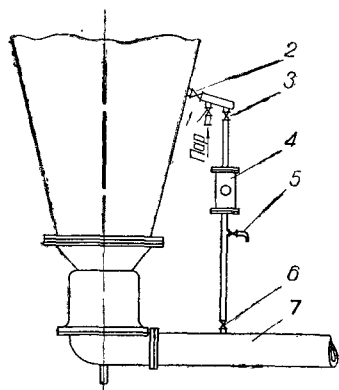


Рис. 50. Камера для наблюдения за качеством разваренной массы.

(А. С. Егоров и Г. Х. Степанский). Из разварника масса через краны 2 и 3 поступает в камеру 4 со смотровыми стеклами, а из нее — в выдвную трубу 7. Для прочистки камеры, кранов и отверстия в стенке разварника служит паропровод с краном 1. Проба отбирается из крана 5, а наблюдение за качеством массы во время выдувания производится через смотровые стекла. Для этого камера снабжается увеличительными линзами в оправе 1 и осветителем 2 (рис. 51), снабженным 12-вольтовой лампой.

Описанная камера имеет существенные преимущества по сравнению с обычным пробоотборным устройством.

На Коростышевском спиртозаводе впервые применен новый делитель солодового молока конструкции Киевского филиала ВНИИСП (инж. А. У. Мамуны). Действие его основано на принципе объемного распределения солодового молока между осахаривателями I и II ступени. Делитель приспособлен к ковшевому дозатору Малченко и Чистякова.

Как видно из рис. 52, делитель представляет несложное устройство, состоящее из звездочки 1, кулачков 2, находящихся в кольцевой выточке боковой поверхности звездочки, шатуна с пальцем 3, сидящего на валу 4 дозатора, толкателя 5 и поворотного лотка 6. При вращении вала палец передвигает звездочку на $\frac{1}{10}$ полного оборота. За 10 оборотов вала дозатора происходит отмеривание 10

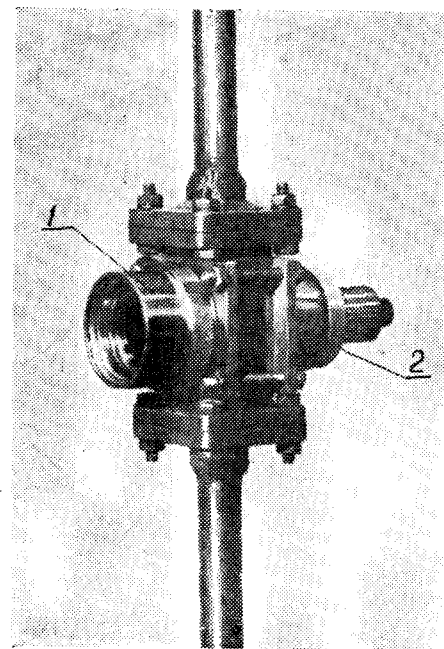


Рис. 51. Наружный вид камеры.

объемов солодового молока. В течение этого времени звездочка делает полный оборот.

Если на боковой поверхности звездочки установлен один кулачок, то за полный ее оборот поворотный лоток

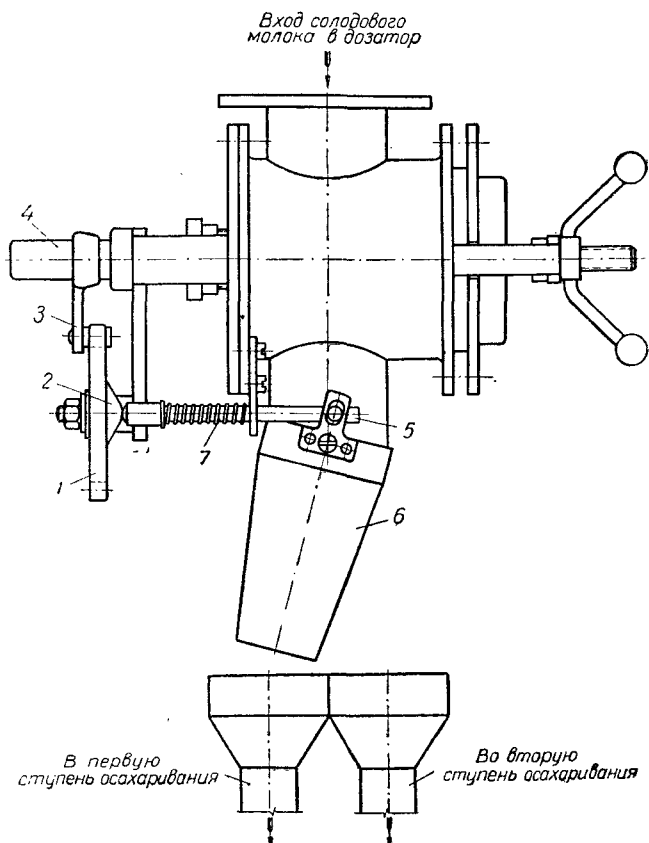
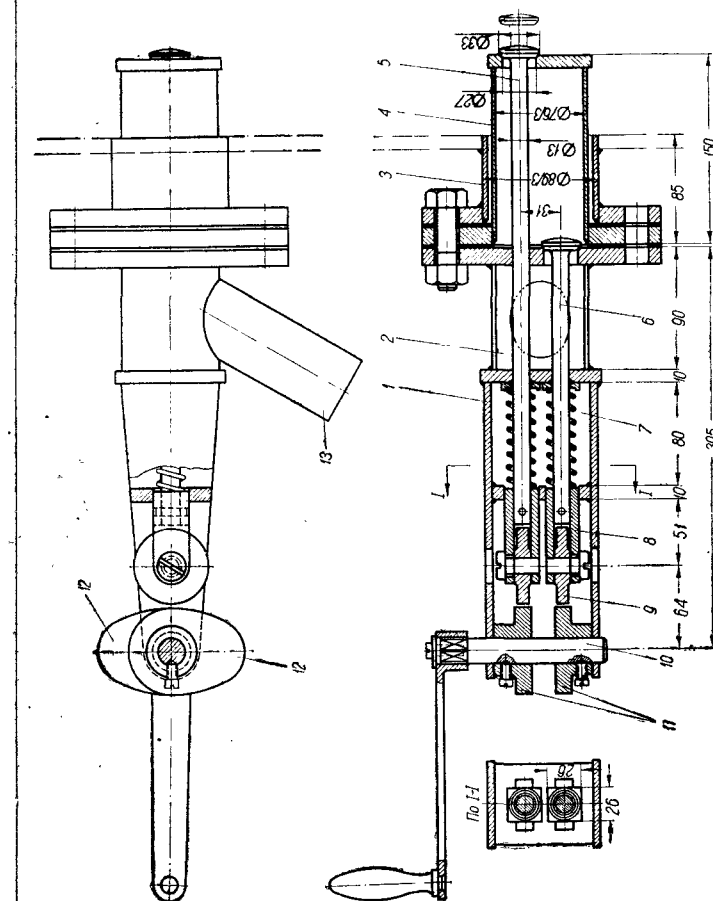


Рис. 52. Автоматический дозатор-делитель.

один раз переставляется в крайнее левое положение. Таким образом, одно из десяти выливаний дозатора направляется в осахариватель I ступени, после чего лоток возвращается в исходное положение при помощи пружины 7, а остальные 9 объемов направляются в осахариватель



53. Пробоотборник клапанного типа.

II ступени. При установке на звездочке трех кулачков солодовое молоко распределяется в пропорции 30% в первую ступень и 70% во вторую ступень осахаривания.

Описанный автоматический делитель в сочетании с ковшевым дозатором позволяет одновременно производить дозировку и разделять поток солодового молока на две струи. Этот делитель исключает недостатки, присущие обычному лотковому делителю, и позволяет более точно распределять солодовое молоко по ступеням осахаривания.

На заводах Тульского спиртотреста с успехом применен пробоотборник клапанного типа конструкции Малченко и Чистякова.

Пробоотборник (рис. 53) состоит из сварного корпуса 1, укрепляемого болтами к штуцеру 3, приваренному к стенке разварника. Между фланцем корпуса и фланцем штуцера зажимается фланец пробоотборного цилиндра 4, вставленного в разварник через штуцер 3. В корпусе имеются камеры 2 с выпускным патрубком 13 и клапаны 5 и 6. Клапаны прижимаются к своим гнездам посредством пружин 7. На концах стержней клапанов укреплены направляющие 8 прямоугольного сечения. На концах этих направляющих вставлены ролики 9. В нижней части корпуса устроен валик 10 с рукояткой для вращения. На валике укреплены две муфты 11, имеющие каждая по одному кулачковому выступу 12, которые расположены под углом 180° в отношении друг друга.

При поворачивании рукоятки на один оборот сначала открывается клапан 5 и масса из разварника поступит в цилиндр 4. После того как клапан 5 закроется, откроется клапан 6 и масса из цилиндра 4 поступит в камеру 2, а оттуда через патрубок 13 на анализ.

Описанный пробоотборник смонтирован в разварник на некоторую глубину и этим позволяет отбирать среднюю пробу развариваемого продукта. Клапаны, закрываясь изнутри, гарантируют плотность закрывания. Вместе с тем стержни клапанов, проходя сквозь клапанные отверстия при открывании клапанов, прочищают отверстия. Кроме того, клапан, служащий для выпуска пробы, при открывании в сторону заполненного цилиндра выжимает оттуда пробу к выходу.

ГЛАВА XI

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ ОСАХАРИВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ

Переход спиртовых заводов на полунепрерывные схемы производства с ускоренными технологическими циклами потребовал более строгого контроля за температурными режимами и автоматизации процессов производства.

При внедрении полунепрерывных схем производства необходимо обеспечить:

- 1) учет сырья и воды, поступающих в предразварники;
- 2) оптимальные температурные режимы в предразварниках и разварниках, при наименьшем расходе греющего пара;
- 3) дозировку солодового молока пропорционально количеству разваренной массы и их учет;
- 4) постоянную оптимальную температуру в первой и второй ступенях осахаривания;
- 5) температуру сладкого затора, поступающего на брожение.

Поэтому на заводе должно быть необходимое количество манометров и термометров для наблюдения за давлением и температурой пара и массы, уровнемеров для фиксирования уровней жидкости в аппаратах и резервуарах, а также расходомеров для дозировки и учета продуктов, воды и пара, расходующихся на производство.

Из приборов для наблюдения лучшими являются приборы дистанционного действия, позволяющие относить указатель от точки замера к рабочему месту.

Сигнальные устройства приборов должны размещаться на групповом контрольном щите, устанавливаемом в цехе, в удобном для обслуживающего персонала месте.

Давление пара контролируется пружинными маномет-

рами указывающего типа в следующих точках: до и после редуцирования, перед поступлением в разварники, внутри разварников и в паровой части выдерживателя. Наблюдение за температурой ведут в следующих средах:

1) продуктовая масса — в предразварниках, в разварниках (нижняя часть), в нижней части выдерживателя, в осахаривателе I ступени, если имеется вторая секция теплообменника, то после нее, после смешивания с солодовым молоком и на выходе в бродильные аппараты;

2) солодовое молоко — в чанах солодового молока;

3) вода горячая и холодная — в напорных баках, а охлаждающая — при выходе из змеевиков осахаривателя и теплообменников.

В спиртовой промышленности в качестве приборов для дистанционного измерения применяются, главным образом, манометрические термометры. Эти термометры работают по принципу измерения давления газов в замкнутой системе, состоящей из термобаллона с капилляром и винтовой полый пружины.

Система термобаллон — капилляр — полая пружина заполнена инертным газом. Термобаллон вводится в среду, где производится измерение температуры.

При повышении температуры данной среды давление газа в системе увеличивается и винтовая пружина начинает раскручиваться. Движение пружины при помощи передаточного механизма передается указывающей стрелке или перу, если термометр самопишущий. У самопишущих термометров диаграммная бумага перемещается посредством часового механизма или от специального моторчика с редуктором.

Точность показаний манометрических термометров равна $\pm 2\%$ максимального значения шкалы. Если нет опасности коррозии, то термобаллон можно устанавливать без защитной гильзы. В противном случае термобаллон следует помещать в цилиндрические защитные гильзы, которые заполняются минеральным маслом.

Приборы имеют капилляры с предельной длиной 60 м. При неосторожном обращении капилляр может обрываться, и тогда термометр необходимо отправлять для ремонта на завод-изготовитель. Поэтому при монтаже и

эксплуатации манометрических термометров следует избегать случайных ударов и резких перегибов капилляра.

Более точными и надежными дистанционными термометрами являются электрические термометры сопротивления. Их действие основано на свойстве металлических проводников изменять сопротивление прохождению электрического тока при изменении температуры проводника. Поэтому измерение сопротивления позволяет определить температуру среды, в которую помещен проводник. Величина электрического сопротивления воспринимается соответствующим измерительным прибором, логометром, на шкале которого указывается температура среды.

Более подробные сведения о характеристике, монтаже и эксплуатации манометрических и электрических термометров сопротивления излагаются в специальных руководствах и инструкциях.

Непрерывное осахаривание заторов требует автоматического регулирования температурного режима процесса. Для этой цели применяются дистанционные пневматические регуляторы. По конструкции они представляют собой сочетание двух систем: термоизмерительной и пневматической. Первая из них воспринимает температурный импульс и преобразует его в давление, вызывающее перемещение измерительной части прибора и воздействующее на регулирующее устройство.

Вторая система, в результате этого воздействия, создает импульсы давления воздуха, которые устанавливают исполнительный механизм — мембранный вентиль в требуемое положение.

При приготовлении заторов регулируются температуры двух процессов: осахаривания — в осахаривателе I ступени при 60—65°, и охлаждения — в холодильнике в пределах 22—26°.

В соответствие с этим, на трубопроводах (рис. 54), подающих охлаждающую воду в аппараты для осахаривания и охлаждения заторов, устанавливаются мембранные вентили 6. Ручные вентили, расположенные перед мембранным вентиляем и за ним, при работе автоматического прибора открыты, и регулирование подачи охлаждающей воды производится мембранным вентиляем.

Мембранный вентиль 6 соединен с регулятором температуры 2 воздушной трубкой 3, по которой к мембране вентиля подводится сжатый воздух, в свою очередь по-

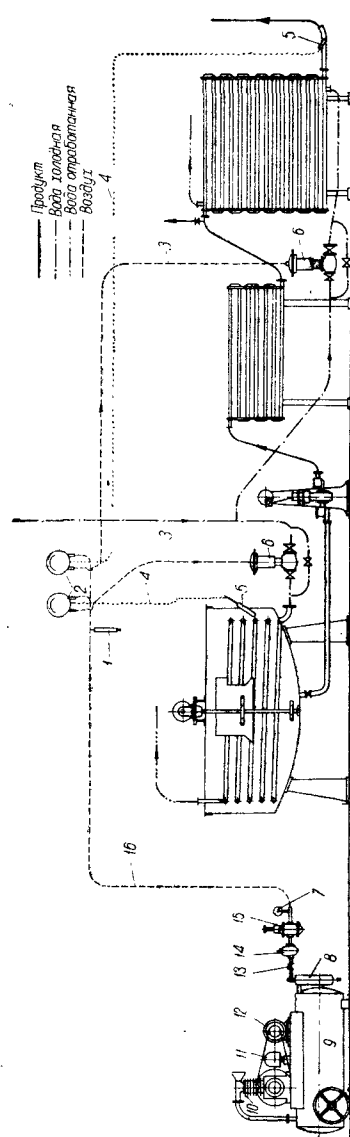


Рис. 54. Схема автоматического температурного контроля процессов осахаривания и охлаждения.

ступающий в регулятор температуры по трубке 16. Регулятор температуры 2 соединен с термобаллоном 5 капиллярной трубкой 4.

Питание системы пневматического регулирования сжатым воздухом может производиться от компрессора любого типа. На схеме изображен компрессор 10, применяющийся на спиртовых заводах для терморегулирования. Производительность такого компрессора равна 12 м^3 воздуха в час. Он может развивать давление до 6 атм при 500 об/мин.

Компрессор приводится в движение ременной передачей от электродвигателя 12. Компрессор и электродвигатель смонтированы на воздухохранилке 9. Компрессорная установка снабжена мембранным прибором 11, автоматически включающим и выключающим компрессор по мере надобности.

К воздухохранилку присоединяется отделитель масла и воды 8. На воздуховоде 16 устанавливается ручной запорный клапан 13, фильтр для воздуха 14, редукционный клапан 15, манометр 7 и дополнительная ловушка для влаги и масла 1.

Ниже приводится опи-

сание терморегуляторов МД-332, поступивших в большом количестве на спиртовые заводы и устанавливаемых для регулирования температуры осахаривания и охлаждения.

Крупным недостатком терморегуляторов МД-332 является то, что они построены для предела регулирования температуры в пределах $20-70^\circ$. При подъеме температуры выше 70° , что обычно имеет место при стерилизации паром оборудования, приборы выходят из строя. Поэтому при стерилизации термобаллон необходимо вынимать. Точность регулирования приборов $\pm 1,5\%$ от максимального значения шкалы.

Мембранный автоматический клапан является исполнительным механизмом, включающим или выключающим поступление охлаждающей воды. Мембранные клапаны, в зависимости от способа подвода воздуха в полость мембраны, бывают двух типов — прямодействующие и обратнодействующие. У первых при падении давления воздуха открывается проход воде, а у вторых — закрывается.

На рис. 55 изображен мембранный клапан прямого действия, состоящий из корпуса 8 и мембранной камеры 3. В последней укреплен резиновый клапан 2, прилегающий к мембранной тарелке 4, укрепленной на штоке 7 перекрывающего клапана 9. Сжатый воздух к мембранной камере подводится по трубке 1.

При повышении давления в камере мембрана прогибается и, сжав пружину 6, опускает клапан 9 на его седло. С уменьшением давления воздуха конус под действием пружины поднимается над седлом. Результиру-

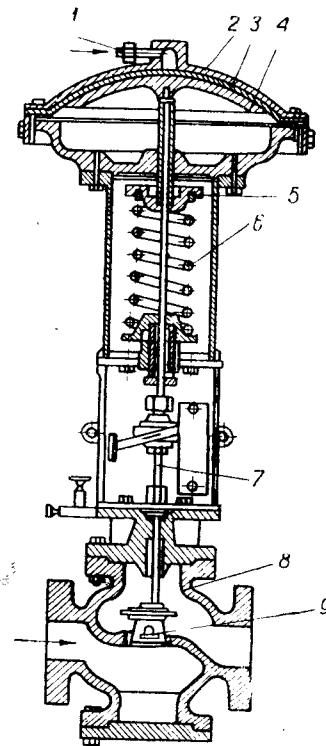


Рис. 55. Мембранный автоматический клапан.

шее давление, складывающееся из давления воздуха в камере и противодействующего ему давления пружины, определяет степень открытия клапана. Гайкой 5 можно изменить предварительную затяжку пружины 6 на величину, необходимую для срабатывания клапана.

Термобаллон служит для восприятия температуры окружающей его среды. Термобаллон терморегулятора МД-332 устроен аналогично термобаллону дистанционного манометрического термометра, но заполняется не газом, а жидкостью, кипящей при низкой температуре (пропан).

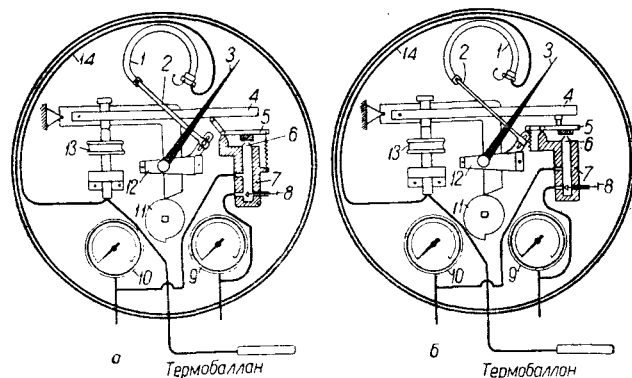


Рис. 56. Регулятор температуры.

Капилляр соединяет термобаллон с пустотелыми пружинами, установленными в регуляторе температуры. Для капилляра применяются цельнотянутые стальные или медные трубки с внутренним диаметром 0,35—0,42 мм. Капилляр заполняется раствором глицерина, который не испаряется при температуре измерения, а служит лишь для передачи давления от термобаллона к механизму измерения и управления регулятора температуры. Поэтому температура среды, окружающей капилляр, на показание температуры практически не влияет.

Регулятор температуры (рис. 56) фиксирует температуру и регулирует давление воздуха на мембрану автоматического водяного клапана. Он собран в большом круглом стальном корпусе, имеющем установочную и указывающую шкалы и соответствующие стрелки. Корпус закрывается откидной крышкой.

Термоизмерительная система регулятора состоит из

двух пружин Бурдона — трубчатой 1 и капсульной 13. Обе пружины соединены между собою капилляром 14.

При изменении температуры в среде, окружающей термобаллон, меняется давление в системе (термобаллон, капилляр) и пружины 1 и 13 приходят в движение.

Пружина 1 при разворачивании и свертывании приводит в движение стрелку 3, которая фиксирует на верхней шкале регулятора фактическую температуру в зоне термобаллона. Стрелка 3 посажена на вал указывающего устройства 12, связанного с пружиной 1 рычагом 2.

У самозаписывающих систем движение пружины 1 передается одновременно посредством тяги на записывающее устройство.

Удлинение или сжатие капсульной пружины 13 вызывает соответствующее срабатывание распределителя воздуха 7. При этом пружина 13 изменяет положение плоского рычага 4, несколько приподнимая или опуская его. Рычаг, действуя на заслонку 5, открывает или закрывает сопло 6 распределителя воздуха и направляет сжатый воздух в атмосферу или в воздушную линию, идущую к мембранному вентилю. Таким образом, давление в камере мембранного клапана устанавливается в зависимости от степени открытия сопла 6, т. е. от количества воздуха, выводимого из системы наружу. Если воздух выходит через открытое сопло, то давление в камере уменьшается, а при полном открытии его — падает до нуля.

Для контроля воздуха регулятор снабжен двумя манометрами, один из которых 9 измеряет давление воздуха, поступающего из компрессора, а второй 10 — воздуха, приходящего в мембранную камеру.

На распределителе воздуха имеется дроссельный винт 8, с помощью которого можно изменять количество воздуха, поступающего на регулятор, что в свою очередь позволяет изменять время срабатывания мембранного клапана.

Для работы одного регулятора требуется 500 л воздуха в час. Воздух должен быть чистым, без посторонних включений (пыль, капли влаги), с давлением 1,1—1,3 атм при поступлении в регулятор.

Регулятор температуры устанавливают на заданную температуру регулирования соответствующим перемещением точки крепления плоского рычага 4, путем вращения эксцентрика 11. При этом установочная стрелка пе-

ремещается по установочной (нижней) шкале регулятора температуры до заданной температуры регулирования.

Эксцентрик вращают четырехгранным ключом, который надевают на валик эксцентрика.

В зависимости от типа распределения воздуха, регуляторы температуры бывают прямого (рис. 56,а) действия и обратного (рис. 56,б). У первых, при повышении давления в термобаллоне, сопло 6 закрывается, а у вторых открывается.

На рис. 57 изображен распределитель воздуха. Здесь

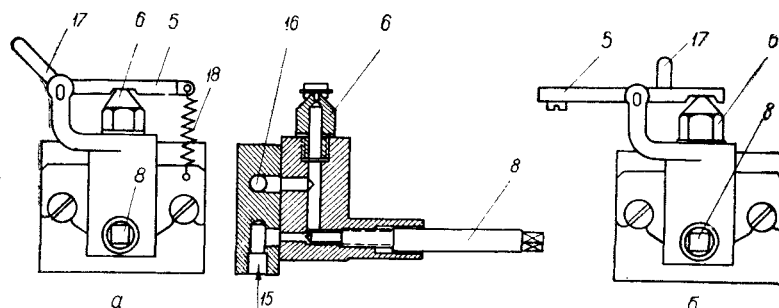


Рис. 57. Распределитель воздуха.

отверстие 15 служит для ввода воздуха, а отверстие 16 для вывода его к мембранному клапану.

В распределителе прямого действия (рис. 57,а) заслонка 5 открывает сопло 6, а при освобождении выступа 17 закрывает сопло под действием пружины 18. В распределителе обратного действия (рис. 57,б) выступ 17 находится между шарниром заслонки 5 и соплом. При нажатии на выступ заслонка закрывает сопло и открывает его под действием давления воздуха.

В установках для охлаждения прямодействующему регулятору должен соответствовать мембранный вентиль обратного действия, а регулятору обратного действия — вентиль прямого действия. Обычно же для этих целей применяется сочетание обратодействующего регулятора и прямодействующего вентиля.

Работа автоматического регулятора температуры происходит следующим образом. Термобаллон воспринимает температуру измеряемой среды. При повышении температуры сверх заданной, жидкость

в термобаллоне образует дополнительное количество паров и давление в термоизмерительной системе возрастает. В результате этого полые пружины расширятся и стрелка, указывающая температуру, отклонится в сторону повышения, а плоский рычаг 4 приподнимется. При этом в регуляторе обратного действия рычаг освободит выступ 17 и заслонка 5 откроет сопло 6. Тогда давление воздуха в камере мембранного вентиля упадет. В этом случае пружина вентиля поднимет перекрывающий клапан выше и приток воды увеличится.

Снижение температуры в среде вызывает обратные действия во всей регулирующей системе. Если давление в термостистеме понизится, рычаг 4 опустится и заслонка 5 закроет сопло 6. Если давление в мембранной камере повысится, диафрагма окажет давление на мембранную тарелку, перекрывающий клапан опустится к седлу и приток воды уменьшится.

По показаниям левого манометра регулятора можно судить о степени открытия мембранного клапана. Если манометр показывает давление в 1—1,3 ати, то прямодействующий клапан закрыт. При давлении в 0,5—0,6 ати клапан открыт наполовину, а при 0 ати — открыт полностью.

Мембранный вентиль, пропуская необходимые количества воды к поверхностям охлаждения, в зависимости от температуры, удерживает все время температуру среды на заданном уровне.

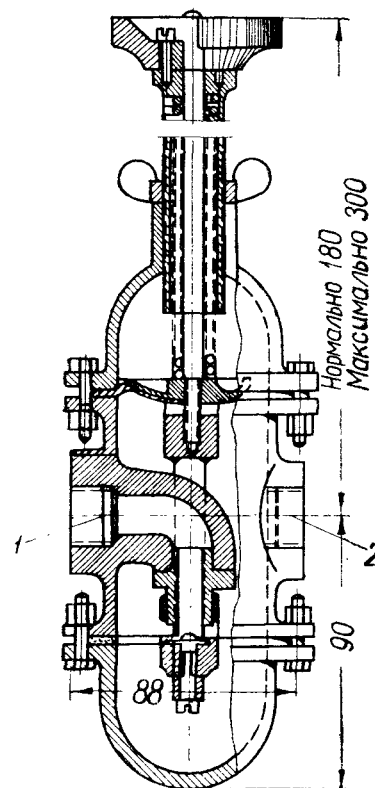


Рис. 58. Редукционный вентиль.

Редукционный вентиль (рис. 58) автоматически поддерживает давление сжатого воздуха, поступающего на автоматические регуляторы, на уровне 1,0—1,3 *ати*, при котором работает пневматический терморегулятор.

Редукционный вентиль представляет собой регулятор давления мембранного типа. Воздух от компрессора подводится к патрубку 1 стороны высокого давления, а выводится по патрубку 2 стороны низкого давления. Заданное давление сжатого воздуха, поступающее на регулятор, зависит от степени открытия сопла редукционного вентиля и достигается соответствующим перемещением шпинделя при помощи головки.

Давление после редукционного вентиля повышается при ввинчивании шпинделя и понижается при вывинчивании.

Фильтр, показанный на рис. 54, служит для очистки воздуха от механических примесей. Он состоит из чугунного корпуса, в который вставлен цилиндр из керамической пористой массы. Воздух фильтруется при прохождении через эту массу.

Имеются пневматические терморегуляторы других систем. Они работают на том же принципе и отличаются конструкцией регулирующей и измерительной систем, а также средой для заполнения термобаллона и капилляра.

Монтаж терморегулятора. Регуляторы температуры устанавливаются на контрольном щите вместе с другими контрольными приборами. Щит контрольно-измерительных приборов должен быть расположен в месте, удобном для наблюдения за приборами, и, по возможности, близко от термобаллонов и мембранных вентилей.

В задней части корпуса регулятора имеется болт, который фиксирует рычаг 4 (рис. 56). При установке регулятора необходимо удалить этот болт, а при каждом переносе регулятора — снова ввинтить.

В условиях спиртового производства продукты, температура которых регулируется, обладают корродирующими свойствами. Поэтому термобаллоны устанавливаются в специальных защитных гильзах, изготовленных из латуни или красной меди, толщиной 0,5 *мм*, с минимальными зазорами между стенками гильзы и термобаллоном.

Защитные гильзы желательно изготовлять ввинчивающимися на резьбе в приваренную муфту, как это указано на рис. 59. При этом гильзу устанавливают вертикально или наклонно под углом к потоку продукта и заполняют минеральным маслом.

В осаживателях I ступени гильзу устанавливают в боковой стенке, в том месте, где нет змеевиков. Ось гильзы направлена вниз к центру осаживателя под углом 30—40° к горизонту.

Капиллярные трубы прокладывают с плавными изгибами и защищают угольниками. Радиус закругления капилляра менее 60 *мм* не допускается.

Чтобы предохранить капилляр от поломки при выемке термобаллона из защитной гильзы во время стерилизации оборудования паром, следует капилляр прикрепить к стальной ленте, толщиной 2—2,5 *мм* на расстоянии 1,2—1,5 *м* от термобаллона. Один конец ленты должен быть неподвижно прикреплен к термобаллону, а другой — к неподвижному основанию.

Установка для получения сжатого воздуха размещается вблизи щита, где расположены регуляторы температуры. Трубопровод сжатого воздуха прокладывается из нержавеющей труб (медных, латунных и т. п.): до редуктора — внутренним диаметром не менее 10 *мм*, а до мембранного вентиля — внутренним диаметром 4 *мм* и более. Для обеспечения стока влаги трубопровод сжатого воздуха располагается ниже регуляторов и с уклоном к компрессору. Перед регуляторами устанавливается ловушка для влаги.

Автоматические мембранные вентили устанавливаются на линиях подачи охлаждающей воды вблизи аппаратов. Для отключения мембранного вентиля, перед клапаном и после него, смонтированы задвижки, а за ними — обводная линия с задвижкой.

Вентиль устанавливают строго вертикально по отвесу, с наблюдением направления потока воды по стрелке, обозначенной на корпусе вентиля.

Редуктор давления воздуха и воздушный фильтр должны устанавливаться в месте, обеспечивающем свободный доступ к головке редуктора и спускного крана фильтра. Перед прокладкой воздухопровода трубки необходимо тщательно прочистить от грязи и ржавчины, продуть воздухом от компрессора и просушить. Для уплот-

нения в соединениях воздуховода, прокладки на соединениях должны тщательно выполняться из клингерита или паронита.

При окончании монтажа следует проверить набивку всех сальников и заложить смазку для штока мембранного клапана. Сальник шпинделя мембранного вентиля уплотняют специальной набивкой. При необходимости возобновления набивки, асбестовый шнур проваривают в течение 5 минут в говяжьем сале, а затем, после охлаждения, обваливают в графитном порошке.

Сильное зажатие штока не допускается. Нормальным считается положение, при котором шток, будучи поднят и предоставлен самому себе, плавно опускается под действием собственного веса.

Плотность соединений воздушных трубопроводов проверяют при давлении 1—1,3 *ати* мыльным раствором. Образование пузырьков укажет места утечки воздуха в соединениях трубопроводов.

Для предотвращения случаев перегорания обмотки электродвигателя воздушного компрессора, вследствие невключения всех трех фаз мембранным выключателем давления или других причин, необходимо установить в электрической сети предохранители соответствующей мощности.

Пуск и настройка автоматического терморегулятора

Регулятор тарируют на заводе-изготовителе. Поэтому после монтажа регуляторы только устанавливают на заданную температуру регулирования и проверяют систему на точность регулирования.

При первоначальном пуске установки в действие необходимо следить за тем, чтобы вместе с воздухом в регулятор температуры не попали бы вода и масло.

При закрытом ручном вентиле 13 (рис. 54) пускается в ход компрессор и через продувные краны продуваются сборник воздуха и ловушка воды и масла. Затем проверяется работа компрессора и регулируется давление в воздухохранильнике в пределах 1,4—1,8 *ати*. Осторожным открытием крана 13 пускают воздух на регулятор через фильтр в редуктор давления воздуха.

При помощи редукционного вентиля давление воздуха за ним регулируют в пределах до 1,0—1,3 *ати*, независимо от давления в воздухохранильнике. Затем проверяют

правильность предварительной настройки каждого регулятора. Для этого, посредством ключа, поворачивая эксцентрик, подводят стрелку по установленной шкале на

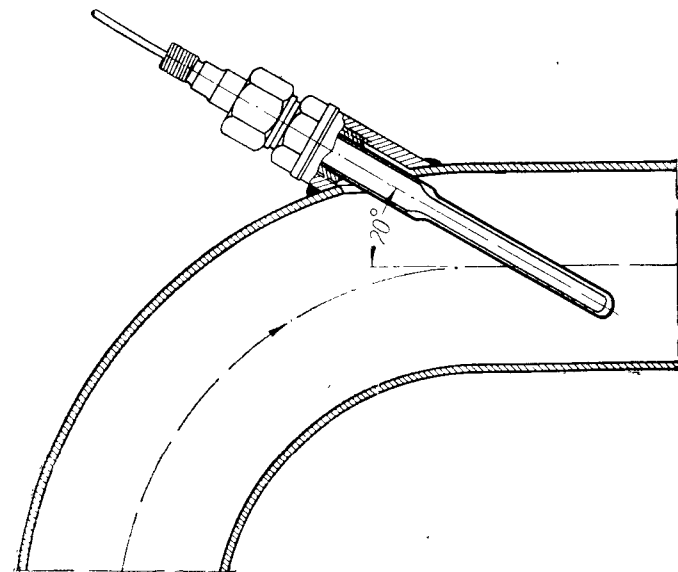


Рис. 59. Защитная гильза для термобаллона.

регулируемую температуру, указываемую в это время по верхней шкале. При совмещении установочной и указывающей стрелок, заслонка должна быть слегка прижата к воздушному соплу; если этого нет, то следует слегка отрегулировать положение эксцентрика. Разрешается также незначительное перемещение (путем вывертывания или ввертывания) воздушного сопла.

Манометр на вводе сжатого воздуха должен показывать 1,0—1,3 *ати*, а на выходе в мембранный вентиль — 0,2—1,2 *ати*.

Для регулирования количества воздуха, поступающего в регулятор, поднимают заслонку воздухораспределителя вверх до полного открытия сопла. Давление на выходном манометре в этом случае должно в течение 30 секунд упасть до 0—0,05 *ати*. При последующем опускании заслонки до полного закрытия сопла давление на том же манометре должно подняться в течение 30 се-

кунд до 0,60—0,65 *ати*. Количество поступающего воздуха для соблюдения вышеуказанных условий регулируют дроссельным винтом, который поворачивают, примерно, на $\frac{1}{4}$ оборота.

Дроссельным винтом можно уменьшить колебания в процессе регулирования. При большом вывертывании его мембранный клапан срабатывает быстрее.

Отрегулировав регулятор, проверяют ход мембранного клапана, поднимая и опуская заслонки воздухораспределителя.

По окончании проверки терморегулятор включают в работу и проверяют его действие по поддержанию на одном уровне заданной температуры.

При эксплуатации установки необходимо выполнять следующие правила. Периодически, не реже одного раза в сутки, спускать скопившиеся влагу и масло из воздухо-сборника, отделителя, воздушного фильтра и дополнительной ловушки и продувать их воздухом через имеющиеся краны.

Необходимо регулярно смазывать компрессор, электродвигатель и шток мембранного клапана. При остановках компрессора проверять уровень масла в масломерном стекле. При снижении ниже допустимого уровня, масло дополняют. Через 2—3 месяца работы компрессора масло меняют.

Нужно также проверять настройку мембранного выключателя компрессора. Он должен включать в работу компрессор при падении давления в сборнике воздуха до 1,5 *ати* и выключать его при подъеме давления до 5 *ати*.

Периодически, в зависимости от местных условий, примерно, один раз в месяц, проверяют всю установку в целях очистки и устранения неточностей в ее работе. Для этого установку осматривают, проверяют и очищают керамическую вставку фильтра, очищают в регуляторе распределитель воздуха, проверяют установку дросселя, возобновляют набивку сальника мембранного вентиля, проверяют плотность соединения трубопроводов.

Производят также проверку контрольным термометром показаний измерительной части терморегулятора. Это делают на рабочем месте в пределах рабочего диапазона измерения.

В случае небольших отклонений в показаниях измерительной системы от истинных, можно отрегулировать

показания посредством вращения указывающей стрелки в зажимах. Например, если температура среды по контрольному термометру равна 57°, а указывающая стрелка фиксирует температуру 60°, то стрелку передвигают на истинную температуру в 57°. После установки стрелки зажим вновь затягивают.

В случае более значительных отклонений, превышающих 4—5°, измерительную часть регулятора можно регулировать изменением рычажной системы указывающей стрелки с помощью перестановки пальца рычага 2 (рис. 56) в прорези кулисы указывающего устройства 12.

При стерилизации технологического оборудования обязательно надо вынимать термобаллоны регулятора МД-332 из защитных гильз во избежание порчи термобаллона, что происходит при нагреве его выше 70°.

Для достижения нормальной работы необходимо следить за бесперебойной подачей воды в напорные баки и обеспечением постоянного напора ее перед автоматическим мембранным вентилем. Внутренние поверхности охлаждающих змеевиков необходимо систематически очищать от всякого рода отложений.

Возможные неполадки и способы их устранения

1. Температура среды растет или падает — регулятор перестал регулировать подачу воды. Это может быть вызвано засорением воздушной линии от регулятора к мембранному клапану, или засорением воздушного канала регулятора, или заеданием штока мембранного клапана.

Для выяснения и устранения причин, вызвавших отказ или нечеткую работу регулятора, проверяют показания манометров и производят прочистку воздушных линий путем продувки их.

При заедании штока клапана его смазывают и вручную проверяют его движение.

2. Давление в воздухохранильнике увеличивается выше допустимого предела (выше 1,8 *ати*). Это возникает, обыкновенно, при порче предохранительного клапана воздухохранильника. Неполадку устраняют ремонтом предохранительного клапана.

3. Давление воздуха за редуктором увеличивается выше 1,0—1,3 *ати*. В таком случае необходимо враще-

нием шпинделя проверить действие редуктора и, отрегулировав давление, установить стрелку манометра на красную черту.

4. Регулятор работает с большой инерцией. Происходит запаздывание в регулировании. Причиной может быть неправильная регулировка количества воздуха, поступающего в регулятор. Для устранения открывают ключом больше дроссельный винт и производят все операции по настройке регулятора.

5. При отклонениях в показаниях терморегулятора от контрольного термометра поступают так, как это описано выше.

6. Останавливается воздушный компрессор, падает давление воздуха в системе, автоматический клапан открывается, происходит переохладение массы. В этом случае необходимо перейти на ручное регулирование воды и приступить к восстановлению действия воздухоподготовительной установки.

Для фиксирования уровней воды в напорных резервуарах и массы в выдерживателе и осахаривателе I ступени применяются поплавковые уровнемеры. Поплавковые уровнемеры выдерживателя связываются с электрическими реле, включающими световую сигнализацию на щите разного цвета для каждого из трех положений поплавка: верхнего, среднего и нижнего. Во избежание опрокидывания поплавков внутри выдерживателя, устраивают ограничители для крайних положений поплавка — верхнего и нижнего, а чтобы поплавков не заедало, втулку на валике делают бронзовой.

Для поддержания в осахаривателе I ступени постоянного уровня массы применен поплавок, связанный с помощью рычага и тяг с запорным приспособлением на продуктовой трубе, которая соединяет выдерживатель с осахаривателем, воздействующий на приток массы из выдерживателя при изменении отбора насосом. При недостаточном размере поплавка или заедании системы передачи регулятор часто отказывает, что нарушает непрерывный поток массы и поступление массы прекращается или она начинает поступать в количествах, превышающих откачку. Поэтому на устройство поплавкового регулятора и определение надлежащего размера поплавка должно быть обращено особое внимание.

Наиболее надежно работающим запорным приспособ-

лением для продуктовой трубы выдерживателя следует считать шаровой клапан.

Разжижение и осахаривание I ступени происходит непрерывно, т. е. разваренная масса и солодовое молоко непрерывно поступают в осахариватель, а разжиженный затор непрерывно откачивается из него плунжерным насосом. Благодаря взаимодействиям поплавкового регулятора уровня и заблокированных между собой дозатора солодового молока и насоса, выкачивающего осахаренную массу, при изменении производительности последнего автоматически изменяется приток массы и солодового молока в осахариватель.

Как видим, процесс полностью синхронизирован и работа всей установки управляется вентилем парового насоса, откачивающего затор из осахаривателя I ступени.

Необходимая дозировка солодового молока по этой системе достигается:

- 1) изменением числа оборотов дозатора солодового молока в зависимости от числа оборота вала насоса;
- 2) изменением емкости дозатора в соответствии с производительностью;
- 3) постоянством концентрации солодового молока;
- 4) точной регулировкой делителя солодового молока.

ГЛАВА XII

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКА РАБОТЫ ВАРОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГРАФИКА РАБОТЫ

Организация работы по графику является необходимым условием ритмичности и согласованности технологических процессов. При правильном графике достигается наибольший эффект от применения стахановских методов труда и наиболее полно и рационально используются мощности оборудования. Это положение относится, в первую очередь, к спиртовым заводам, переведенным на полунепрерывную технологическую схему. Одними из многих преимуществ этой схемы, с точки зрения увеличения производительности завода и экономии топлива, являются следующие.

Сокращается продолжительность разваривания сырья благодаря его предварительному нагреванию в предразварниках до 60—90° и последующему выдерживанию при этой температуре в течение некоторого периода времени.

Устраняются пиковые нагрузки, имеющие место при периодической технологической схеме производства, когда пар подается в разварники почти одновременно с весьма небольшими промежутками между началом разваривания в одном аппарате и в другом.

По полунепрерывной схеме острый пар потребляется равномерно, так как подача его в начальный период варки производится не одновременно во все разварники, а с промежутками в 20—45 минут и более. В результате кривая расхода пара приближается к прямой.

Указанные преимущества могут остаться неиспользованными, если варочное отделение не будет работать по

правильному графику, предусматривающему сопряженную работу предразварников и разварников.

В качестве примера можно привести следующие два случая работы по неправильному графику.

1. График построен таким образом, что по окончании приема пара самоиспарения в предразварник, из последнего тотчас же или через короткий промежуток времени выгружают зерновое сырье. В данном случае зерно не выдерживается и не подвергается в течение достаточного времени действию сообщенного ему тепла. По этой причине процессы поглощения и набухания зерна не могут пройти достаточно полно, в результате чего не достигается заметного сокращения продолжительности второй стадии варки в разварнике.

2. Промежуток времени между началом варки в одном разварнике и в другом составляет всего 5—7 минут. При такой организации работы варочного отделения не устраняется пиковая нагрузка парового котла и одно из важных преимуществ полунепрерывной схемы остается неиспользованным.

Приступая к изложению метода расчета и построения графика работы варочного отделения, которое является центральным узлом всего производства, следует кратко остановиться на отличительных особенностях этого графика при периодической и новой полунепрерывной технологической схеме.

При периодической схеме работа разварников согласовывается с операциями, происходящими в заторном чане. Оборачиваемость последнего всегда обуславливает и ограничивает оборачиваемость разварников. Чем несовершеннее конструкция заторного чана и его холодильного устройства, тем больше ограничена оборачиваемость варочной аппаратуры, особенно в летнее время.

При полунепрерывной же схеме с упразднением заторного чана отпала зависимость работы разварников от указанных выше обстоятельств и открылась возможность наибольшего использования мощности варочной аппаратуры. Бункеры, роль которых при периодической схеме заключалась только в приеме сырья, после их переоборудования в предразварники с целью осуществления в них предварительной первой стадии варки, стали более тесно связанными с разварниками. Поэтому график варочного отделения при полунепрерывной схеме должен обязательно

связывать цикл операций в предразварнике с соответствующим циклом в разварнике.

Цикл предразварника состоит из операций загрузки сырья, приема пара из разварника, выдерживания сырья в течение некоторого периода времени по окончании приема пара и разгрузки сырья в разварник.

При количестве разварников больше одного может быть перерыв между окончанием загрузки предразварника и началом поступления в него пара. Этот отрезок времени также входит в цикл предразварника.

Цикл разварника состоит из операций загрузки сырья, варки его под высоким давлением и выдувания разваренной массы в выдерживатель. Если между окончанием выдувания массы из разварника и началом его очередной загрузки имеется перерыв, то этот период также входит в цикл разварника.

Загрузка разварника и разгрузка предразварника, а также выдувание массы и прием пара в предразварник происходят одновременно. Поэтому длительность этих операций одинакова.

Исходной величиной для расчета и построения любого графика работы варочного отделения является промежуток времени между двумя последовательными выдуваниями разваренной массы из разварников в выдерживатель. Иначе говоря, эта величина показывает, через какой период времени должна производиться загрузка выдерживателя разваренной массой. Данный период ниже условно будет сокращенно называться периодичностью загрузки выдерживателя. Этот период, обозначаемый буквой I , является ключом к составлению графика и зависит от суточной мощности завода, объема варочной аппаратуры и вида сырья. Периодичность имеет более общее значение и выражает промежуток времени между любыми двумя последовательными одноименными технологическими операциями, совершающимися в предразварниках и разварниках.

Периодичность загрузки выдерживателя, т. е. величина I , зависит, главным образом, от суточной мощности завода и емкости разварников.

Величина I возрастает с увеличением емкости разварников и уменьшается с повышением производительности завода. Она колеблется в следующих пределах.

На заводах с суточной производительностью			
до 400—500 дкл спирта	—	50—100 мин. и выше	
500—1000 „	„	35—90 „	
1000—1500* „	„	30—50 „	
1500—2000 „	„	23—35 „	
2000—2500 „	„	20—28 „	
2500—3000 „	„	15—22 „	

Если учесть, что продолжительность разваривания разных видов сырья составляет 50—85 минут, то величина I при суточной производительности до 400—500 дкл всегда больше или равна продолжительности варки. При большей же производительности в большинстве случаев величина I меньше продолжительности варки.

Соотношение этих двух величин влияет на изменение продолжительности некоторых операций по циклу предразварников.

Для расчета графика надо заранее установить определенный порядок приема пара самоиспарения в предразварник. Можно по-

давать в него пар, получающийся при выдувании связанного с ним разварника, обозначенного A_0 , или из какого-нибудь другого. В последнем случае этот порядок приема пара обозначается A_p , причем значение p указывает, какой из предыдущих разварников выду-

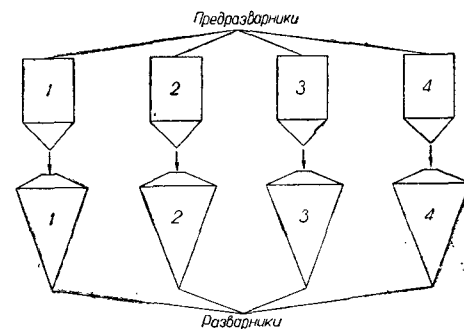


Рис. 60. Схема связи предразварников с разварниками.

вается в данный момент и является датчиком пара. Если $p = 1$, то пар поступает в предразварник из предыдущего разварника A_1 , если $p = 2$, то пар поступает из предпредыдущего A_2 и т. д. (рис. 60 и табл. 21). Значение p , таким образом, показывает какое количество разварников отделяет предразварник, в который поступает пар, от разварника, из которого в данный момент производится выдувание.

* Принимается, что на заводах с производительностью выше 1000 дкл спирта в сутки установлены разварники № 3.

Таблица 21

Способы приема пара в предразварники

В какой предразварник поступает пар	Из какого разварника отводится пар	Обозначение разварника	Положение разварника по отношению к предразварнику
1	1	A_0	Связанный с ним
1	4	A_1	Предыдущий
1	3	A_2	Предпредыдущий
1	2	A_3	и т. д.
2	2	A_0	Связанный с ним
2	1	A_1	Предыдущий
2	4	A_2	Предпредыдущий
2	3	A_3	и т. д.
3	3	A_0	Связанный с ним
3	2	A_1	Предыдущий
3	1	A_2	Предпредыдущий
3	4	A_3	и т. д.
4	4	A_0	Связанный с ним
4	3	A_1	Предыдущий
4	2	A_2	Предпредыдущий
4	1	A_3	и т. д.

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА

В зависимости от соотношения мощностей разных отделений завода возможны три варианта построения графика работы варочного отделения.

Первый вариант соответствует случаю, когда производительность варочного отделения лимитируется производительностью других отделений. Поэтому до увеличения мощности этих отделений рационально в эксплуатацию вводить наименьшее количество разварников. Это относится в первую очередь к заводам, на которых имеется больше трех разварников.

Такие условия создаются на многих спиртозаводах в связи с эффективно возросшей производительностью варочной аппаратуры от внедрения полунепрерывной технологической схемы производства. Суточный съем спирта с 1 м³ емкости разварников увеличивается на 25—30%.

По такому же варианту (с наименьшим количеством разварников) строят график при проектировании нового

завода, когда по заданной его производительности требуется рассчитать необходимое количество разварников.

Задачей составления графика в этом случае является определение наименьшего количества варочных аппаратов, которые должны быть включены в работу.

Второй вариант соответствует случаю, когда производительность варочного отделения ничем не лимитируется и в эксплуатацию вводится все наличное количество разварников. При этом производительность завода устанавливается по наибольшей производительности варочной аппаратуры.

Третий вариант предусматривает ввод в эксплуатацию всех разварников, даже при лимитированной производительности варочного отделения. Такой график применяется, когда при первом варианте не обеспечивается требуемая продолжительность выдерживания подогретого сырья в предразварнике.

Первый вариант графика

Чтобы построить график по этому варианту, необходимо, в первую очередь, определить периодичность работы (например загрузки выдерживателя) I , которая обусловливается суточной мощностью завода. Затем, по найденному значению I определяют наименьшее количество разварников, вводимое в эксплуатацию. Расчет величины I производится по следующей формуле:

$$I = \frac{\partial T}{\partial E \Phi}, \quad (13)$$

где: I — количество варок в сутки;

∂ — суточная производительность завода (в дкл);

∂ — суточный съем спирта с 1 м³ емкости разварника;

T — суточный расход сырья на 1 м³ емкости разварника (в т);

E — общая емкость разварника (в м³);

Φ — норма загрузки сырья на 1 м³ емкости разварника (в т).

Затем определяют I по формуле:

$$I = \frac{1380}{I}, \quad (14)$$

где: 1380 — количество рабочих минут в сутки, за вычетом времени, затрачиваемого на дезинфекцию;

I — количество варок в сутки.

Формулы (13) и (14) можно объединить в одну:

$$I = \frac{1380 \cdot \delta E \Phi}{\Sigma T} \quad (15)$$

Пример 14. $\Sigma = 1000$ дкл: сырье — картофель; разварник — № 3. Следовательно, $E = 5,1$ м³.

Величины T , δ и Φ принимаем по нормам Главспирта на 1951 г., (согласно приказу № 51 от 5 февраля 1951 г.) $T = 10,3$ т, $\delta = 125$ дкл, и $\Phi = 0,63$ т.

$$I = \frac{1380 \cdot 125 \cdot 5,1 \cdot 0,63}{1000 \cdot 10,3} \approx 54 \text{ минуты.}$$

По найденному значению I определяют наименьшее количество разварников, которое должно быть введено в эксплуатацию.

Формула для расчета требуемого количества разварников может быть выведена из следующих двух равенств:

$$I R = G + B + D + L, \quad (16)$$

и

$$v = L + I r, \quad (17)$$

где: I — периодичность загрузки выдерживателя (в минутах);

G — продолжительность загрузки разварника (в минутах);

B — продолжительность разваривания сырья (в минутах);

D — продолжительность выдувания сырья (в минутах);

L — перерыв между окончанием выдувания и началом очередной загрузки разварника (в минутах);

R — количество разварников;

v — продолжительность выдерживания подогретого сырья в предразварнике (в минутах), считая от конца приема пара, которая может быть принята при переработке картофеля в 30—35 и зерна 45—60 минут;

r — количество разварников, отделяющее предразварник, в который поступает пар, от разварника, из которого в данный момент производится выдувание.

Равенство (17) получается из следующего положения. Величина v , при поступлении пара в предразварник из связанного с ним разварника A_0 , равна периоду между окончанием приема пара в предразварник и началом загрузки сырья из него, или, что то же, между окончанием выдувания разваренной массы из разварника A_0 и нача-

лом его очередной загрузки (рис. 61). Этот период обозначен выше буквой L . Следовательно,

$$v = L.$$

При поступлении же пара в предразварник из других разварников — A_r , т. е. из A_1 или A_2 и т. д., величина v равна периоду между окончанием выдувания массы из разварника A_r и началом загрузки разварника A_0 , связанного с данным предразварником. Этот период, как видно из рисунка 62, равен величине L плюс отрезок времени между окончанием выдувания массы из разварника A_r и окончанием выдувания из разварника A_0 . Иначе говоря, при таком порядке приема пара величина v увеличивается на $I r$, так как указанный отрезок времени соответствует периодичности операций в варочной аппаратуре. Следовательно:

$$v = L + I r.$$

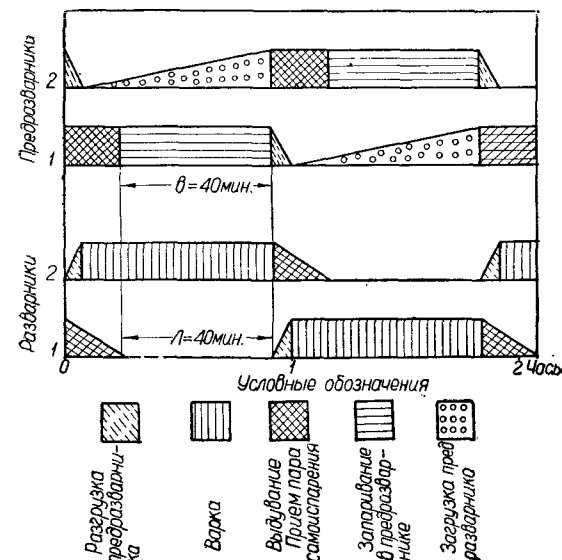


Рис. 61. График работы при двух разварниках и поступлении пара из разварника A_0 .

Это равенство верно только для случая, когда величина I меньше продолжительности варки сырья в разварнике, т. е. величины B .

Случай, когда $I \geq B$, имеет место на заводах с небольшой производительностью, при которых рекомендуется принимать пар из разварников, связанных с данным предразварником.

Из равенства (17) видно, что

$$L = v - Ir.$$

Подставив в равенстве (16) вместо L равнозначущее ей значение $(v - Ir)$, получаем:

$$Ir = G + B + D + v - Ir,$$

откуда:

$$P = \frac{G + B + D + v}{I} - r. \quad (18)$$

Если рассчитанное значение P получилось в виде смешанной дроби, то количество разварников принимается равным целому числу плюс единица.

При выборе порядка приема пара рекомендуется придерживаться следующих правил. На заводах с небольшой производительностью, где количество разварников не превышает двух, пар следует принимать в предразварник из связанного с ним разварника A_0 . Такой же порядок приема пара нужно применять, когда периодичность выдувания, т. е. величина I , больше или равна продолжительности варки сырья в разварниках. В остальных случаях, когда $I < B$ и число разварников больше двух, рекомендуется принимать пар в предразварник из других разварников A_r , так как это позволяет уменьшить количество варочной аппаратуры, вводимой в эксплуатацию.

Техника составления графика. График работы варочного отделения можно изобразить в виде расписания операций в предразварниках и разварниках либо в виде линейной диаграммы.

Форма расписания показана в табл. 22.

Расписание составляют в следующем порядке:

1) руководствуясь значением I , проставляют в графах «загрузка выдерживателя» начало и конец каждой загрузки его;

2) в графах «выдувание» повторяют те же числа, что и в графах «загрузка выдерживателя», по той же строке последовательно для каждого разварника;

3) заполняют графы «начало разваривания» и «начало загрузки» по каждому разварнику, исходя из продолжительности варки и загрузки;

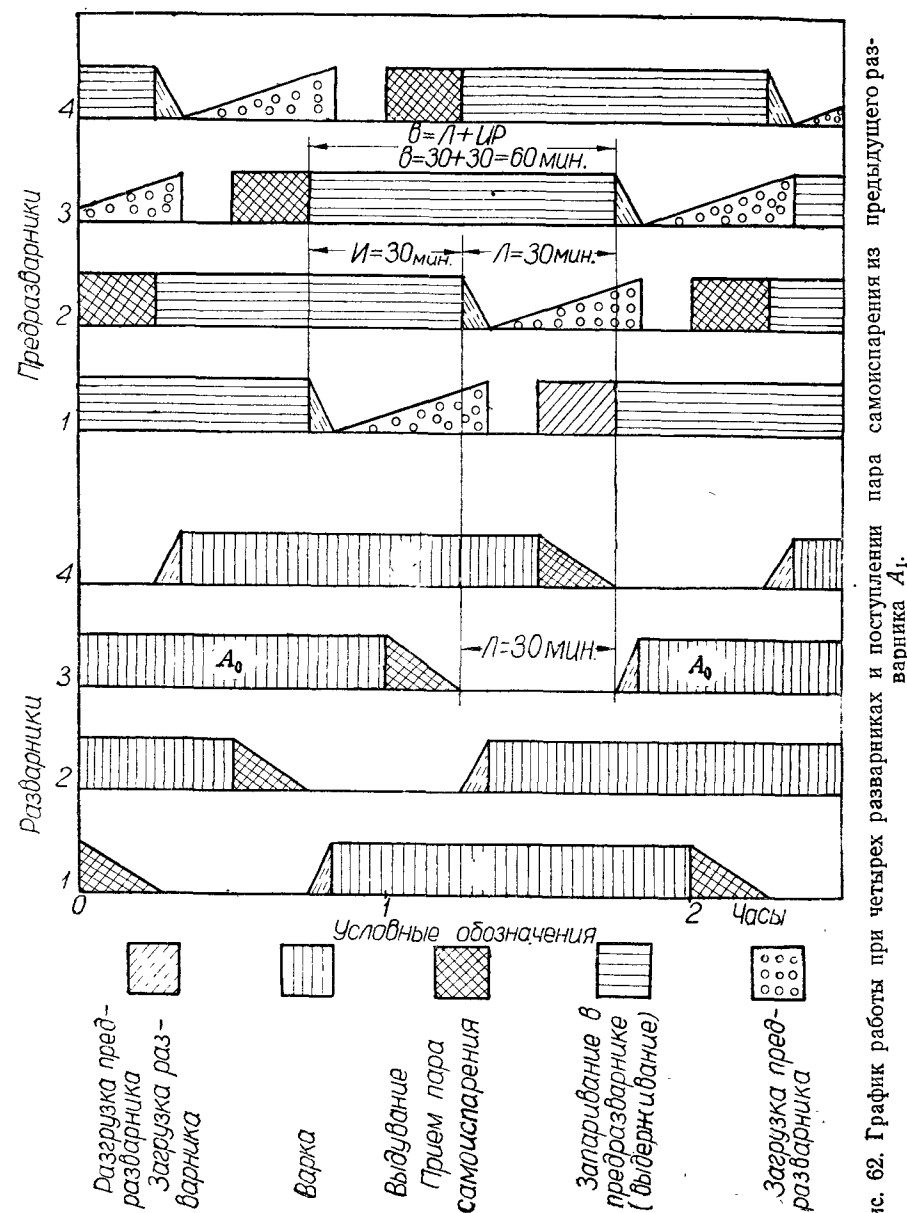


Рис. 62. График работы при четырех разварниках и поступлении пара самоиспарения из предразварника A_1 .

4) числа в графах «выдувание» повторяют в графах «прием пара» по предразварникам, в которые поступает пар из данных разварников, в нижних строках, соответствующих очередным варкам;

5) в графах «начало разгрузки» по предразварникам повторяют числа той же строки в графах «начало загрузки» по разварникам;

6) числа в графах «начало разваривания» повторяют в графах «начало загрузки» по предразварникам в нижних строках, соответствующих очередным варкам.

Проверка правильности графика и расписания работы варочного отделения имеет целью установить, осуществим ли график и не допущены ли ошибки при расчете и составлении расписания.

График считается правильным, если он удовлетворяет следующим условиям.

Произведение периодичности работы I на количество разварников P , т. е. продолжительность цикла разварника, должно превышать суммарную продолжительность загрузки сырья G , разваривания B и выдувания D :

$$IP > G + B + D.$$

Если пар самоиспарения поступает в предразварники из предыдущих разварников Ar , то график будет также правильным в случае, когда:

$$IP = G + B + D.$$

Произведение периодичности работы I на количество предразварников P , т. е. продолжительность цикла предразварника, должно превышать или быть равным суммарной продолжительности загрузки Z , приема пара D , выдержки v , принятой при составлении графика и выгрузки сырья из предразварника G :

$$IP \geq Z + D + v + G.$$

С уменьшением периодичности выдувания, которое имеет место при увеличении количества разварников, уменьшается время, в течение которого должна производиться загрузка предразварника Z . Она может быть равна периодичности выдувания или меньше ее. Исходя из этого, необходимо обеспечить соответствующую мощность картофельного элеватора, шнека или зерновой норрии.

Как известно, на большинстве заводов эти транспортеры подают сырье непосредственно в предразварники.

Чтобы сократить до минимума продолжительность этой операции, рекомендуется установить над ними один-два запасных бункера для картофеля и зерна, смонтированные на весах. Такое мероприятие весьма полезно и с точки зрения точного дозирования сырья, загружаемого в разварники. Указанное мероприятие осуществлено на многих заводах Киевского спиртоотреста.

Если в середине производства нет возможности увеличить мощность элеватора или установить запасный бункер для сырья, то рекомендуется увеличивать количество разварников, вводимых в эксплуатацию, и переключить отбор пара из разварников Ar на отбор пара из разварников A_0 . Продолжительность выдерживания сырья в предразварнике v , считая от окончания приема в него пара, должна быть не ниже принятой для расчета.

Ниже даны примеры составления расписания и построения графика.

Пример 16. (Табл. 23 и рис. 63). Сырье — зерно; продолжительность операций в минутах равна: $G = 5$, $B = 70$, $D = 15$, $v = 30$. Тип разварника № 3. Зерновой элеватор обеспечивает загрузку сырья в течение 15 минут. Количество имеющихся разварников $P = 5$. Периодичность выдувания $I = 30$ минут.

Так как $I < B$ и количество разварников превышает 2, пар самоиспарения поступает из разварников Ar , так как при этом можно эксплуатировать меньшее число варочных аппаратов. Пар принимают из предыдущего разварника A_1 , и, следовательно, величина $p = 1$.

Тогда, согласно формуле (18), требуемое количество разварников будет равно:

$$P = \frac{5+70+15+30}{30} - 1 = 3.$$

Расписание или график составляет заведующий производством. На основании полученных данных, строят почасовые графики работы варочного и бродильного отделений. По инициативе стахановцев и инженерно-технических работников промышленности такие почасовые графики, по примеру Ленинградского хлебозавода Петроградского района, были разработаны и внедрены в Киевском спиртоотресте впервые на Трилесском спиртозаводе.

Ниже показаны примерные почасовые графики варочного и бродильного отделений (рис. 64 и 65). По горизонтали откладывают время, а по вертикали — количество варок или объем сладкого затора (в m^3). Исходя из найденного значения I наносят прямую, выражающую пла-

Таблица 22

№ вагки	Предразварники																		
	I				II				III				Начало разгрузки-ки	16					
2	Начало загрузки	Прием пара само-испарения			Начало разгрузки-ки	7	Начало загрузки	Прием пара само-испарения			11	Начало загрузки-ки			12	Начало загрузки	Прием пара само-испарения		
3		из какого	Начало	конец				из какого	Начало	конец					из какого	Начало	конец		
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			

Продолжение табл. 22

Разварники													Выдерживатель															
I				II				III					Барки		Загрузка (выдувание) массы из разварников		конец	31										
Выдувание		Начало разваривания		Начало загрузки		Начало разваривания		Выдувание		Начало разваривания		Выдувание																
17	Начало загрузки	18	Начало разваривания	19	Начало	20	конец	21	Начало загрузки	22	Начало разваривания	23	Начало	24	конец	25	Начало загрузки	26	Начало разваривания	27	Начало	28	конец	29	Барки	30	Начало	конец

Таблица 23
Расписание работы варочного отделения завода с суточной производительностью 1700 дмл спирта

Предразварники												
Варки	I				II				III			
	прием пара		начало разгрузки		начало разгрузки		прием пара		начало разгрузки		прием пара	
	из какого раз-варника	окончан	конец	начало разгрузки	начало разгрузки	из какого раз-варника	начало	конец	начало разгрузки	из какого раз-варника	начало	конец
1	3—20	III	4—00	4—15	4—45	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	3—50	I	4—30	4—45	5—15	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	II	5—00	5—15
4	4—50	III	5—30	5—45	6—15	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	5—20	I	6—00	6—15	6—45	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	II	6—30	7—15
и т. д.												

Продолжение таблицы 23

Разварники												
начало разгрузки	I				II				III			
	выдувание		начало разваривания		начало разваривания		выдувание		начало разваривания		выдувание	
	начало	конец	начало разгрузки	начало разваривания	начало разваривания	начало разваривания	начало	конец	начало разгрузки	начало разваривания	начало	конец
4—45	6—00	6—15	—	—	—	—	—	—	—	—	6—00	6—15
—	—	—	5—15	5—20	5—20	6—30	6—45	—	—	—	6—30	6—45
—	—	—	—	—	—	—	—	—	5—45	5—50	7—15	7—15
6—15	7—30	7—45	—	—	—	—	—	—	—	—	7—30	7—45
—	—	—	6—45	6—50	6—50	8—00	8—15	—	—	—	8—00	8—15
—	—	—	—	—	—	—	—	—	7—15	7—20	8—45	8—45

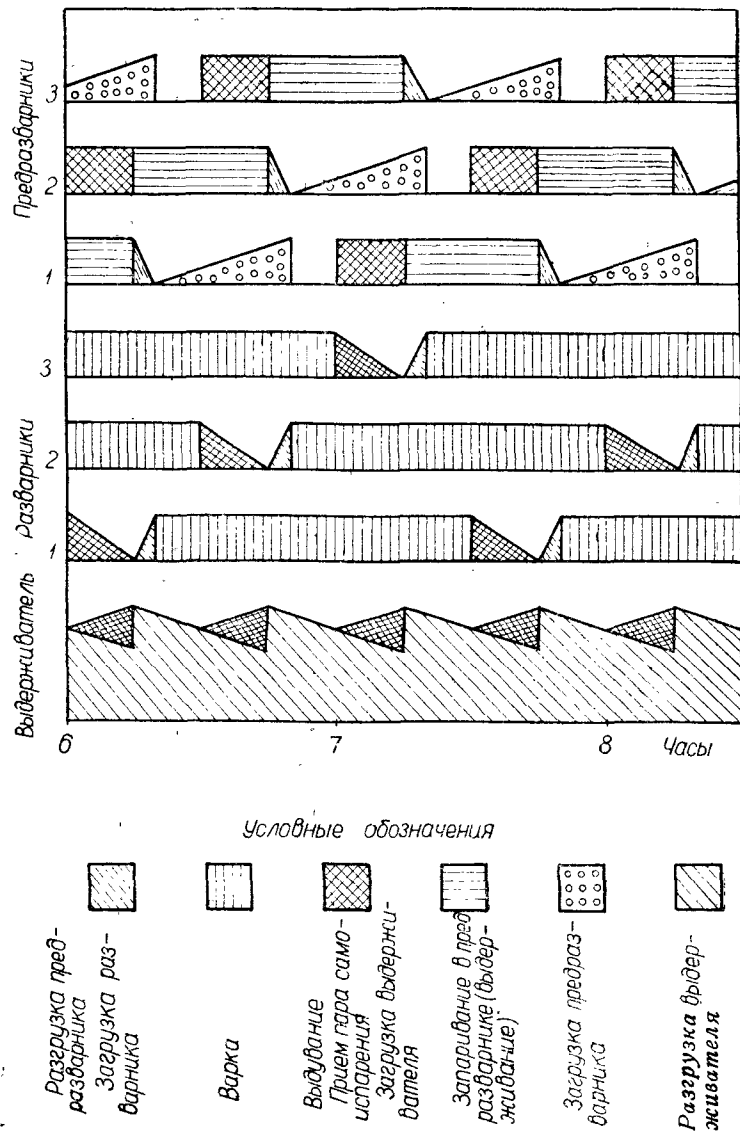


Рис. 63. График работы завода с суточной производительностью в 1700 дм спирта (при трех разварниках). Пар отбирается из предыдущего разварника A_1 .

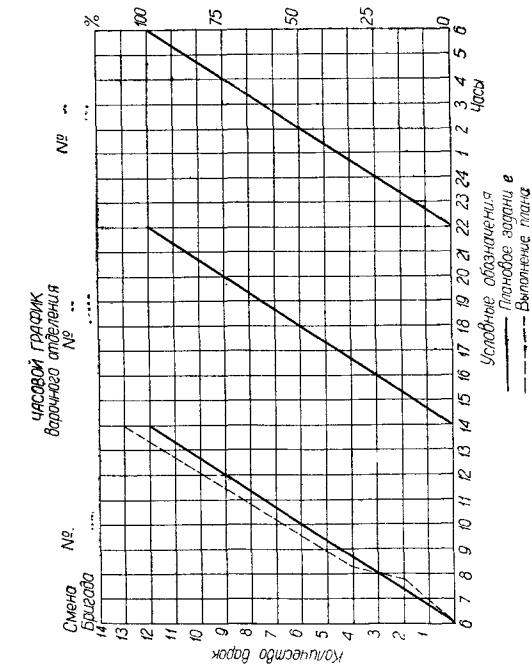


Рис. 64. Почасовой график варочного отделения Трилесского спиртозавода Киевского треста.

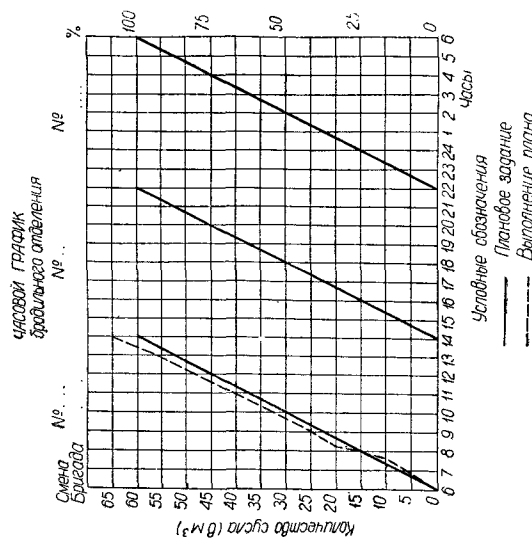


Рис. 65. Почасовой график брадильного отделения Трилесского спиртозавода Киевского треста.

новое задание смены. Варщик же наносит на график отметки, отражающие фактическое выполнение работы. Соединяя отметки, получают кривую, характеризующую выполнение планового задания. Аналогичным путем ведут почасовой график бродильного отделения.

Второй вариант графика

При данном варианте вводят в эксплуатацию все имеющиеся разварники, причем суточная производительность варочного отделения ничем не лимитируется. Для построения графика надо определить периодичность загрузки выдерживателя I и наибольшую производительность завода, возможную при данном оборудовании варочного отделения. В данном случае величина I зависит от количества разварников, продолжительности операций в них, от порядка приема пара самоиспарения и срока выдерживания нагретого сырья в предразварнике. В соответствии с этой зависимостью значение I может быть найдено по формуле (18):

$$I = \frac{\Gamma + B + D + \epsilon}{P + p}.$$

Наибольшая производительность завода \mathcal{E} обусловливается количеством разварников, нормой загрузки в них сырья и его крахмалистостью. Значение \mathcal{E} можно найти по формуле (15):

$$\mathcal{E} = \frac{1380 \, d E \Phi}{I T}.$$

Пример 17. Сырье — картофель, количество разварников — 3, тип разварников — № 3, емкость разварников — $5,1 \, \text{м}^3$. На $1 \, \text{м}^3$ емкости разварника: суточный съём спирта $d = 125 \, \text{дкл.}$, суточный расход сырья $T = 10,3 \, \text{т.}$ Продолжительность операций в минутах: $\Gamma = 5$, $B = 55$, $D = 15$, $\epsilon = 25$. Элеватор обеспечивает возможность загрузки предразварника сырьем в течение 32 минут. Определить требуемую периодичность загрузки выдерживателя и наибольшую суточную производительность завода.

Решение. Периодичность загрузки выдерживателя I при поступлении пара из разварника A_0 равна:

$$I = \frac{5 + 55 + 15 + 25}{3 + 0} \approx 34 \, \text{минутам},$$

а при поступлении из разварника A_1 :

$$I = \frac{5 + 55 + 15 + 25}{3 + 1} = 25 \, \text{минут}.$$

Так как длительность загрузки предразварника не может быть больше периодичности работы, то в первом случае она не должна

превышать 34 минут, а во втором — 25 минут. Следовательно, осуществим только первый случай, когда пар поступает в предразварник из связанного с ним разварника.

Наибольшая суточная производительность завода будет равна:

$$\mathcal{E} = \frac{1380 \cdot 125 \cdot 5,1 \cdot 0,63}{34 \cdot 10,3} = 1583 \, \text{дкл.}$$

Третий вариант графика

В данном случае работают все разварники, но их мощность ограничивается производительностью других отделений завода. Значение I находят тем же путем, что и по первому варианту. Поскольку количество разварников здесь является уже заданной величиной, то продолжительность выдерживания сырья в предразварнике — величина ϵ не задается, а уже обусловлена значениями I и P . Значение ϵ определяется тогда из формулы (18):

$$\epsilon = I (P + p) - (\Gamma + B + D).$$

В заключение необходимо отметить, что благодаря предварительному запариванию зерна в горячей воде при температуре $80-90^\circ$, продолжительность его варки сокращается и приближается к продолжительности варки картофеля. Поэтому изложенный метод построения графика работы варочного отделения приемлем и при одновременной переработке картофеля и зерна — овса, ржи и ячменя.

В последнем случае следует построение графика производить для переработки зерна.

ЛИТЕРАТУРА

Забродский А. Г., Потери от инфекции в спиртовом производстве, Гостехиздат Украины, 1950.

Климовский Д. Н. и Родзевич В. И., Гидролиз крахмала при действии амилазы различного происхождения, Биохимия, вып. 1, 1949.

Климовский Д. Н., Стабников В. Н., Технология спиртового производства, 1950.

Козьмина Н. П. и Кретович В. Л., Биохимия зерна и продуктов его переработки, 1950.

Кретович В. Л., Физиолого-биохимические основы хранения зерна, 1945.

Кузнецов Н. М. и Малченко А. Л., Ненормальности в спиртовом производстве и способы их устранения, 1945.

Ленарский И. И., Химические изменения веществ зерна при термической обработке, Труды Одесского института инженеров мукомольной промышленности и элеваторного хозяйства имени И. В. Сталина, т. 2, 1940.

Опарин А. И., под редакцией А. Н. Баха и В. А. Энгельгардта, Ферменты, 1940.

Опарин А. И. и Каден С. Б., Превращение β -амилазы в прорастающих семенах пшеницы, Биохимия, т. 10, вып. 1, 1940.

Прокошев С. М., Биохимия картофеля, 1947.

Пронин С. И., Диастаз, 1937.

Фертман Г. И., Химия спиртового производства, 1936.

Фукс А. А., Технология спиртового производства, 1951.

Чусов В. Г., Оборудование спиртовых заводов, 1950.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I. Технологические схемы производства	8
Периодическая схема производства	8
Полунепрерывная схема производства	13
Особенности схемы	13
Описание технологического процесса	16
Варианты узла осахаривания	20
Полунепрерывная схема разваривания и осахаривания, разработанная ВНИИСПГом	25
Глава II. Процессы при разваривании	27
Физико-химические свойства крахмала	28
Строение и состав крахмального зерна	28
Клейстеризация крахмала	30
Физико-химические процессы при запаривании	33
Поглощение воды и набухание	33
Изменение структуры сырых материалов	37
Нагревание сырья	40
Физико-химические процессы при разваривании	41
Разрушение клеточной структуры	41
Изменение клеточной ткани	43
Изменение сбраживаемых сахаров	43
Изменение крахмала	46
Образование кислых соединений	48
Изменение азотистых, жировых и других веществ	49
Процессы, происходящие при выдувании и выдерживании массы	51
Глава III. Процессы при осахаривании	55
Ферменты солода	56
Влияние разных факторов на ферменты солода	59
Влияние температуры	59
Влияние кислотности	60
Оптимальные условия осахаривания	61

	Стр.
Глава IV. Новая аппаратура и оборудование для разваривания и осахаривания	65
Предразварник	65
Разварник	71
Выдерживатель	73
Дозаторы (питатели)	78
Лотковый дозатор	79
Турникет	80
Ковшевой дозатор	82
Насосы-дозаторы	82
Лотковый делитель	86
Поплавковые регуляторы уровня	86
Расходные чаны солодового молока	86
Осахариватель I ступени	87
Осахариватель II ступени	90
Теплообменники	93
Глава V. Технологи́ческие режимы разваривания и осахаривания	97
Разваривание крахмалистого сырья	97
Запаривание	97
Разваривание под давлением и выдувание	100
Доваривание в выдерживателе	105
Осахаривание	107
Осахаривание в первой ступени	108
Осахаривание во второй ступени	114
Охлаждение затора	117
Отъем затора иа дрожжи	118
Заполнение бродильных аппаратов	118
Пуск и остановка аппаратов для разваривания и осахаривания	119
Пуск аппаратов в начале производства или после длительной остановки	119
Плано́вые и непредвиденные остановки	121
Глава VI. Предупреждение инфекции в аппаратах непрерывного действия	122
Возможные очаги инфекции	123
Узел приготовления солодового молока	123
Выдерживатель	123
Осахариватель I ступени	124
Продуктовые насосы	124
Осахариватель II ступени и теплообменник	124
Продуктовые трубопроводы	125
Метод обнаружения инфекции	125

	Стр.
Стерилизация и дезинфекция аппаратов непрерывного действия	126
Правила стерилизации и дезинфекции оборудования непрерывного действия	130
Глава VII. Химико-технический контроль и учет	137
Расчет часового расхода солодового молока	138
Регулирование и проверка работы дозаторов	140
Расчет нормы зеленого солода для приготовления 100 л солодового молока	142
Контроль качества полупродуктов	145
Учет полупродуктов	146
Проверка режима работы по записям в производственном журнале	156
Учет незавершенного производства	158
Глава VIII. Неиормальности в производстве, их выявление и устранение	161
Глава IX. Практические указания по монтажу оборудования	178
Оборудование варочного отделения	179
Предразварники	179
Разварники	182
Бак горячей воды	183
Выдерживатель	184
Осахариватель I ступени	188
Продуктовые насосы	190
Дозаторы солода	192
Чаны солодового молока	193
Осахариватель II ступени	196
Теплообменник	197
Ловушка	199
Пульт управления	200
Бродильные аппараты	201
Трубопроводы и арматура	202
Глава X. Из практики освоения полунепрерывной схемы производства	206
Глава XI. Автоматизация температурного контроля процессов осахаривания и охлаждения	223
Пуск и настройка автоматического терморегулятора	234
Возможные неполадки и способы их устранения	237
Глава XII. Метод построения графика работы варочного отделения	240
Практическое значение графика работы	240
Построение графика	244
Первый вариант графика	245
Второй вариант графика	258
Третий вариант графика	259
Литература	260