

# Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда для пивоваренного производства

## Введение

Руководства по охране окружающей среды, здоровья и труда (ОСЗТ) представляют собой технические справочники, содержащие примеры надлежащей международной отраслевой практики (НМОП)<sup>1</sup> как общего характера, так и относящиеся к конкретным отраслям. Если в реализации проекта участвует один член Группы организаций Всемирного банка или более, применение настоящего Руководства осуществляется в соответствии с принятыми в этих странах стандартами и политикой. Такие Руководства по ОСЗТ для различных отраслей промышленности следует применять в сочетании с **Общим руководством по ОСЗТ** – документом, в котором пользователи могут найти указания по общим вопросам ОСЗТ, потенциально применимым ко всем отраслям промышленности. При осуществлении комплексных проектов может возникнуть необходимость в использовании нескольких Руководств, касающихся различных отраслей промышленности. С полным перечнем Руководств для отраслей промышленности можно ознакомиться по адресу:

[www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines)

<sup>1</sup> Определяется как применение профессиональных навыков и проявление старательности, благоразумия и предусмотрительности, чего следует с достаточным на то основанием ожидать от квалифицированного и опытного специалиста, занятого аналогичным видом деятельности в таких же или сходных условиях в любом регионе мира. При оценке применяемых в ходе реализации проекта способов предупреждения и предотвращения загрязнения окружающей среды квалифицированный и опытный специалист может выявить обстоятельства, такие, например, как различные уровни экологической деградации и ассимилирующей способности окружающей среды, а также различные уровни финансовой и технической осуществимости.

В Руководствах по ОСЗТ приводятся такие уровни и параметры эффективности, которые, как правило, считаются достижимыми на вновь введенных в эксплуатацию объектах при современном уровне технологии и приемлемых затратах. Применение положений Руководств по ОСЗТ к уже существующим объектам может потребовать разработки особых целевых показателей для каждого объекта и соответствующего графика их достижения.

Применение Руководства по ОСЗТ следует увязывать с факторами опасности и риска, определенными для каждого проекта на основе результатов экологической оценки, в ходе которой принимаются во внимание конкретные для каждого объекта переменные, такие как особенности страны реализации проекта, ассимилирующая способность окружающей среды и прочие факторы, связанные с намечаемой деятельностью. Порядок применения конкретных технических рекомендаций следует разрабатывать на основе экспертного мнения квалифицированных и опытных специалистов.

Если нормативные акты в стране реализации проекта предусматривают уровни и параметры, отличные от содержащихся в Руководствах по ОСЗТ, то при реализации проекта надлежит в каждом случае руководствоваться более жестким из имеющихся вариантов. Если в силу особых условий реализации конкретного проекта целесообразно применение менее жестких уровней или параметров, нежели те, что представлены в настоящем Руководстве по ОСЗТ, в рамках экологической оценки по конкретному объекту надлежит представить подробное и

исчерпывающее обоснование любых предлагаемых альтернатив. Такое обоснование должно продемонстрировать, что выбор любого из альтернативных уровней результативности обеспечит охрану здоровья населения и окружающей среды.

## Применение

Руководство по ОСЗТ для пивоваренного производства включает информацию, касающуюся процесса производства пива – от хранения сырья до отправки заполненных бутылок, банок, кегов или бочек. В **Приложении А** содержится описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли экономики. Настоящее Руководство не распространяется на производство солода, а также на производство безалкогольных и прохладительных напитков. Настоящий документ состоит из следующих разделов:

- |              |   |   |
|--------------|---|---|
| Раздел 1.0   | – | Характерные для отрасли виды неблагоприятного воздействия и борьба с ними |
| Раздел 2.0   | – | Показатели эффективности и мониторинг                                     |
| Раздел 3.0   | – | Справочная литература и дополнительные источники информации               |
| Приложение А | – | Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли           |

## 1.0 Характерные для отрасли виды неблагоприятного воздействия и борьба с ними

В данном разделе приводится обзор проблем ОСЗТ, возникающих в сфере пивоваренного производства на этапе эксплуатации предприятий отрасли, и содержатся рекомендации по их решению. Рекомендации по решению проблем ОСЗТ, характерных для большинства крупных промышленных предприятий в фазе строительства или вывода из эксплуатации, содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

### 1.1 Охрана окружающей среды

К вопросам охраны окружающей среды, возникающим на этапе эксплуатации пивоваренных предприятий, относятся в первую очередь следующие:

- потребление энергии;
- потребление воды;
- сточные воды;
- твердые отходы и побочные продукты;
- выбросы в атмосферу.

#### Потребление энергии

Для технологических процессов пивоваренного производства характерно достаточно интенсивное потребление как электрической, так и тепловой энергии. Тепловая энергия потребляется в бойлерах для производства пара, который используется главным образом для варки сусла и нагревания воды в варочном цехе и в цехе розлива в бутылки. Крупнейшим потребителем электрической энергии, как правило, является технологическая система охлаждения, однако существенная

доля потребления электроэнергии может приходиться на варочный и разливающий цехи, а также на установку для очистки сточных вод. Удельное потребление энергии на том или ином пивоваренном заводе в значительной степени зависит от конструкции энергосистемы общего пользования и принятой концепции технологического процесса, однако отличие предприятий друг от друга может быть связано с разницей в рецептуре продукции, виде упаковки, разной начальной температурой воды, используемой на конкретном заводе для производства пива, и разными климатическими условиями. Удельное потребление энергии на пивоваренном заводе может колебаться в диапазоне 100–200 мегаджоулей на гектолитр (МДж/гЛ) в зависимости от размеров предприятия, сложности технологического процесса и других перечисленных выше факторов<sup>2</sup>. Многие пивоваренные заводы могут добиться существенной экономии энергии, руководствуясь общими рекомендациями по регулированию энергопотребления, описанными в **Общем руководстве по ОСЗТ**, а также следуя приведенным ниже технологическим инструкциям, имеющим непосредственное отношение к пивоваренному производству:

- установить счетчики электроэнергии и водомерные счетчики для измерения и контроля энерго- и водопотребления на предприятии;
- рассчитать баланс потребления горячей воды по пивоваренному заводу в целом, с тем чтобы выявить возможности рекуперации тепла от производственных процессов либо энергосистем общего пользования для технологической обработки или подогрева питательной воды котлов;
- использовать отходящее тепло, образующееся при охлаждении сусла, для предварительного подогрева

воды, применяемой для затирания следующей порции солода. При охлаждении сусла важно ограничить объем охлаждающей воды так, чтобы он превышал объем сусла примерно в 1,1 раза, а при необходимости – дополнить водяное охлаждение искусственным холодом. Разница температур между выходящим из суслового холодильника суслом и поступающей в него охлаждающей водой должна быть незначительной (3–5 К);

- использовать систему рекуперации тепла для конденсации пара, поступающего из емкости с суслом. Рекуперированное тепло можно использовать в виде горячей воды для различных целей, например как питательную воду котла в цехе розлива в бутылки или для предварительного подогрева технологической воды;
- применять метод высокоплотного пивоварения, при котором производится пиво более высокой крепости, чем пиво, поступающее в продажу, а затем перед розливом оно разбавляется, чтобы содержание алкоголя в конечном продукте соответствовало требованиям;
- контролировать и оптимизировать испарение в процессе кипячения сусла, при котором намеренно выпаривается от 6 до 10% сусла<sup>3</sup>. Несоблюдение требований рецепта может привести к перерасходу энергии и нестабильности качества продукта. Потребление энергии при кипячении сусла можно сократить следующим образом:
  - контролируя плотность на входе в целях поддержания минимально возможной разницы между плотностью сусла, поступающего после фильтрации, и его конечной удельной плотностью;

<sup>2</sup> "Европейские пивовары" (The Brewers of Europe, 2002).

<sup>3</sup> Там же.

- контролируя плотность в течение всего процесса кипячения, не допуская прежде всего излишнего кипячения, например за счет правильного дозирования сусла и пара, используемого для его нагрева;
- повышая эффективность выпаривания нежелательных ароматических компонентов за счет увеличения поверхности соприкосновения сусла с нагревателем;
- обеспечить качественную изоляцию трубопроводов, емкостей, клапанов и патрубков в системах циркуляции пара, горячей воды и хладагента, сушварочных котлов и их элементов, туннельных пастеризаторов и бутылкомоечных машин;
- предусмотреть высокий коэффициент рекуперации (>93 %) в пастеризаторах мгновенного действия, например используемых при розливе и производстве деаэрированной воды; это также сокращает потребность в охлаждении;
- ограничить использование, в особенности перерасход, горячей воды (см. ниже раздел о потреблении воды);
- оптимизировать нагрев поточных пастеризаторов и рассмотреть возможность введения управления установкой для пастеризации;
- применять энергосистемы общего пользования на базе комбинированного производства тепловой и электроэнергии теплоэлектростанциями (ТЭС);
- оптимизировать функционирование систем охлаждения за счет:
  - использования "высокотемпературного" предварительного охлаждения теплой (с температурой чуть выше 20°C) воды, применяемой для производства пива и в виде деаэрированной воды;
  - повышения до максимально возможных значений температуры испарения в системе охлаждения. Достаточной является температура испарения от -6°C до -8°C, однако конструкция систем охлаждения зачастую предусматривает гораздо более низкую температуру испарения. Повышение температуры испарения на 1К увеличивает производительность компрессорной холодильной установки и сокращает потребление электроэнергии системой охлаждения на 3-4%;
  - проектирования и эксплуатации стороны высокого давления системы охлаждения при минимально возможной температуре конденсации. Понижение температуры конденсации на 1К сокращает потребление электроэнергии системой охлаждения на 2%;
- обеспечить минимально возможный уровень давления в системе сжатого воздуха. При снижении давления с 8 бар до 7 бар потребление электроэнергии должно снизиться примерно на 7%;
- оптимизировать эксплуатацию мощных электродвигателей за счет:
  - изучения возможностей установки приводов с регулируемой скоростью, особенно во вспомогательных насосах для подачи воды и хладагента;
  - применения термосифонной циркуляции сусла в нагревательном элементе сушварочного котла, которая уменьшает потребность в принудительной циркуляции.

## Потребление воды

Для пивоварения характерны высокие объемы потребления высококачественной воды. Пиво более чем на 90% состоит

из воды, и экономичный пивоваренный завод расходует для производства 1 литра (л) пива 4–7 л воды<sup>4</sup>. Пивоваренные заводы используют воду не только для приготовления пива, но и для нагрева, охлаждения, мойки производственного оборудования и посуды для розлива, уборки производственных участков, мойки транспортных средств, а также в санитарно-бытовых целях. Кроме того, потери воды имеют место в процессе кипячения сусла и при утилизации пивной дробины. Рекомендации по снижению потребления воды, особенно в случаях, когда она может быть ограниченным природным ресурсом, содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**. К числу конкретных рекомендаций, касающихся потребления воды пивоваренными заводами, относятся следующие:

- Ограничивать использование воды для охлаждения сусла объемом, необходимым для затирания, который, как правило, в 1,1 раза превышает объем сусла;
  - Допускать возможность колебания уровня воды в резервуарах для хранения рекуперированной воды, разумно используя таким образом емкость резервуаров. Постоянное заполнение резервуаров может привести к переливу и непроизводительным потерям воды;
  - Обеспечивать экономию водопотребления бутылкомоечными машинами за счет:
    - замены устаревших бутылкомоечных машин новыми энерго- и водосберегающими машинами. Новые машины потребляют гораздо меньше воды (например, 0,5 гектолитра (гЛ)/гЛ объема бутылок по сравнению с 3–4 гЛ/гЛ объема бутылок)<sup>5</sup>;
    - установки автоматических клапанов, отключающих подачу воды в случае остановки конвейера;
- оперативной замены (в соответствии с программами мониторинга качества воды) изношенных и имеющих увеличенные отверстия промывочных насадок, а также использования более экономичных промывочных насадок с низким расходом воды;
  - контроля за напором промывной воды, который зачастую превышает уровень, предусмотренный техническими условиями, либо колеблется вследствие изменения давления в системе водоснабжения;
  - подачи свежей воды только на две последние промывочные насадки. В предыдущих промывочных насадках следует обеспечить повторное использование промывной воды по принципу противоточной промывки;
  - повторного использования воды из бутылкомоечных машин в устройстве для мойки тарных ящиков;
- Оптимизировать функционирование устройств безразборной мойки (БМ) и порядок ее проведения во избежание излишних потерь воды и моющих средств (например, за счет повторного использования воды от последней промывки для первой промывки в следующем цикле БМ);
  - Оценивать техническую возможность монтажа замкнутой системы циркуляции воды, используемой в процессе пастеризации, когда вода пропускается через градирию и повторно направляется в поточный пастеризатор. Это снижает потребление свежей воды поточным пастеризатором и восполняет потери воды от испарения и возможного слива. Обратную воду необходимо подвергать очистке, чтобы не допускать размножения водорослей и микроорганизмов; следует также исключить риск загрязнения продукции

<sup>4</sup> ЕС (2006).

<sup>5</sup> "Европейские пивовары" (2002).

оборотной водой. Системы рециркуляции способны сократить потребление воды поточными пастеризаторами на 80%;

- Установить рециркуляционный резервуар для вакуумных насосов, используемых в процессе розлива. Эти насосы постоянно снабжаются водой для восполнения её утечек за счёт выброса в воздух. Установка рециркуляционного резервуара может сократить потребление воды вакуумным насосом на 50%<sup>6</sup>;
- Рекуперировать воду, используемую на различных этапах технологического процесса, и организовать ее повторное использование там, где это возможно, – например, для охлаждения и промывки.

## Сточные воды

*Технологические сточные воды – способы уменьшения нагрузки загрязнителями*

Сточные воды пивоваренных заводов загрязнены в первую очередь органическими веществами, образующимися в ходе технологического процесса. Кроме того, в процессе производства пива образуются такие жидкости, как слабое (неохмеленное) сусло и остаточное пиво, которые пивоваренным заводам следует повторно использовать, а не отводить вместе со сточными водами. Основные источники остаточного пива – это лагерные танки, кизельгуровые фильтры, трубопроводы, отбраковка в цехе розлива, возврат, а также пиво из бутылок, разбитых в цехе розлива<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Там же.

<sup>7</sup> Совокупные потери пива обычно колеблются между 1 и 5% от общего объема его производства. Brewers of Europe ("Европейские пивовары"), 2002.

Для уменьшения содержания органических загрязнителей в стоках пивоваренных заводов можно принимать следующие профилактические меры:

- собирать слабое сусло в резервуар с нагревательной рубашкой и низкоскоростной мешалкой с целью его использования при производстве следующей партии пива. Это позволяет снизить поступление органических загрязнителей в сточные воды, сэкономить сырье и воду. Сбор слабого сусла особенно важен для высокоплотного пивоварения<sup>8</sup>;
- совершенствовать порядок работы в целях сокращения объема образующегося остаточного пива, например полностью опорожнять резервуары, поддерживать чистоту и порядок на производстве, внедрить эффективные системы мониторинга<sup>9</sup>;
- не допускать переполнения ферментационных чанов, которое приводит к потере частично забродившего сусла и дрожжей;
- обеспечить осаждение каустических средств из бутылкомоечных машин;
- собирать промывную воду, использованную при последней промывке цикла безразборной мойки (БМ), и повторно использовать ее при первой промывке в следующем цикле.

<sup>8</sup> Показатель ХПК в слабом сусле равен примерно 10 000 мг/кг. Слабое сусло составляет 2–6% от общего объема сусла, а содержание экстракта в нем равно 1–1,5%. Таким образом, сбор слабого сусла позволит снизить показатель ХПК в сточных водах на 20–60 г/гл произведенного сусла ("Европейские пивовары", 2002).

<sup>9</sup> Показатель ХПК в пиве составляет примерно 120 000 мг/кг в зависимости от его крепости и содержания алкоголя. Совокупный объем остаточного пива будет колебаться между 1 и 5% от общего объема произведенного пива, иногда превышая это значение. Сокращение сброса остаточного пива в канализацию на 1% позволит снизить показатель ХПК в сточных водах на 120 г/гл пива ("Европейские пивовары", 2002).



### *Очистка технологических сточных вод*

В число методов очистки технологических сточных вод, образующихся на предприятиях отрасли, входят усреднение расходов и нагрузок, стабилизация показателя pH, уменьшение количества взвешенных твердых частиц путем осаждения с помощью кларификаторов (аппаратов для осветления) и биологическая обработка. Иногда требуется удаление биогенных веществ для снижения содержания азота и фосфора, а также дезинфекция путем хлорирования. Обезвоживание и удаление остатков, а в некоторых случаях – компостирование или внесение в почву в приемлемых количествах остатков от очистки сточных вод также возможны. Для борьбы с неприятными запахами могут потребоваться дополнительные технические меры. Пивоваренные заводы по всему миру все чаще внедряют анаэробную очистку стоков с их последующим аэрированием. Преимущества этого метода заключаются в том, что он оказывает гораздо меньшее воздействие на окружающую среду, обеспечивает существенную экономию электроэнергии, а также сопровождается выработкой биогаза, который можно использовать в паровых котлах или для производства электроэнергии.

Дополнительные указания по удалению и очистке промышленных сточных вод и примеры подходов к такой очистке содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**. При использовании таких технологий и методов надлежащей практики в области удаления и очистки сточных вод предприятиям следует руководствоваться нормативными показателями по сбросу сточных вод, которые приведены в соответствующей таблице раздела 2 настоящего документа для данной отрасли промышленности.

### *Прочие виды сточных вод*

Указания по удалению и очистке незагрязненных сточных вод от работы вспомогательных систем, незагрязненных дождевых и хозяйственно-бытовых стоков приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Загрязненные стоки следует направлять в систему очистки технологических сточных вод.

### **Твердые отходы и побочные продукты**

В процессе производства пива образуются разнообразные отходы, например пивная дробина, которые имеют коммерческую ценность и могут быть проданы сельскохозяйственным предприятиям в качестве побочных продуктов. В целях сокращения объемов образующихся твердых отходов и расширения реализации побочных продуктов рекомендуется, в частности, принимать следующие меры:

- Оптимальное использование сырья с целью повышения выхода и сокращения объемов образующихся твердых и жидких отходов, в том числе:
  - Недопущение использования низкокачественного сырья;
  - Оптимизация размола солода;
  - Оптимизация фильтрации, в том числе достаточно тщательная промывка пивной дробины для максимально возможного выхода экстракта;
  - Сбор слабого сусла для использования во время затирания солода при приготовлении следующей партии пива;
  - Оптимизация осветления за счет использования гидроциклона, поскольку следствием

недостаточного освещения является высокое содержание труба<sup>10</sup>;

- Извлечение суслу из горячего труба;
- Извлечение пива из излишков дрожжей;
- Сбор и повторное использование остаточного пива. Качество пива, полученного до и после этого процесса, является высоким, и такое пиво можно добавлять непосредственно в готовый продукт на фильтрационной линии. Прочее остаточное пиво, образующееся в цехе розлива, следует возвращать в гидроциклон;
- При наличии технической и экономической возможности следует извлекать коммерческую выгоду из образующихся отходов путем:
  - Сбора пивной дробины, оставшейся при затирании, для ее реализации в качестве побочного продукта на корм скоту;
  - Недопущения сброса горячего труба в канализацию. Горячий труба следует возвращать в заторный котел или фильтрационный чан и фильтр для отделения затора. Затем такой труба удаляется вместе с пивной дробинкой и в таком виде может быть использован на корм скоту<sup>11</sup>;
  - Сбора и повторного использования дрожжей, образующихся в качестве побочного продукта в процессе брожения. Дрожжи можно собирать в ферментационных чанах, лагерных танках, установках для хранения дрожжей и фильтрационных установках. Для приготовления

следующей партии пива можно использовать лишь часть дрожжей. Во избежание высокой химической потребности в кислороде (ХПК) в сточных водах следует собирать как можно больше излишних дрожжей и продавать их для последующего коммерческого использования. По традиции излишек дрожжей продают на свинофермы в качестве корма. Среди прочих видов использования дрожжей – приготовление дрожжевого экстракта, дрожжевых таблеток, косметических и лекарственных средств<sup>12</sup>;

- Повторного использования стеклобоя из возвращенных бутылок для производства новой стеклотары;
- Удаления бумажной массы, образующейся при смыве этикеток с возвращенных бутылок. При наличии технической и экономической возможности такую бумажную массу следует повторно использовать либо компостировать. Если же бумажная масса содержит большое количество каустических средств, применяемых при промывке, либо тяжелых металлов из типографской краски, ее следует направлять на полигон для захоронения отходов;
- Использования осадка, образующегося на установке для очистки сточных вод пивоваренного завода, в качестве сельскохозяйственного удобрения, либо его удаления на

<sup>10</sup> Труба - осадок, состоящий главным образом из протеинов ("Европейские пивовары", 2002).

<sup>11</sup> Показатель ХПК в трубе составляет примерно 150 000 миллиграммов на килограмм (мг/кг) влажного труба. В хорошо налаженном гидроциклоне объем труба составляет 1–3% от общего объема суслу (если же гидроциклон работает недостаточно эффективно, то доля труба еще выше), а содержание сухого вещества колеблется между 15 и 20%. Таким образом, возврат труба позволяет снизить показатель ХПК в сточных водах на 150–450 г/г суслу ("Европейские пивовары", 2002).

<sup>12</sup> Количество такого раствора из излишних и израсходованных дрожжей составляет 2–4 кг (при содержании сухого вещества на уровне 10–15%) на 1 гл произведенного пива. Эта дрожжевая суспензия содержит дрожжи и пиво и обладает высоким показателем ХПК (180 000–220 000 миллиграммов на литр (мг/л)). Очень часто дрожжи полностью или частично отправляют в стоки. Таким образом, если все дрожжи собирать, а не сбрасывать в канализацию, совокупный показатель ХПК для такого пивоваренного завода будет снижен примерно на 360–880 г ХПК/гл пива (там же).



соответствующий полигон для захоронения отходов.

## **Выбросы запаха и пыли в атмосферу**

Наиболее существенными выбросами в атмосферу от пивоваренных заводов являются запах и пыль. Вопросы, касающиеся выбросов в атмосферу от источников горения, связанных с производством электроэнергии, и паровых котлов рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

### *Запах*

Основным источником выбросов неприятного запаха на пивоваренном заводе является кипячение сусла. Чтобы сократить выбросы неприятного запаха от кипячения сусла, следует использовать систему рекуперации тепла для сбора и конденсации паров, а затем применять рекуперированную энергию для нужд технологических или инженерных систем.

### *Пыль*

Основными источниками выбросов пыли являются использование и хранение зерна, сахара и кизельгура. Для сбора и рекуперации пыли следует использовать циклоны и тканевые фильтры, применяя их следующим образом:

- пыль, образующуюся при разгрузке сырья и транспортировке солода и добавок, следует направлять в заторный котел или котел для добавок, а полученный экстракт рекуперировать;
- пыль, образующуюся при работе с солодом и добавками, можно использовать в качестве корма для животных.

## **1.2 Охрана труда и техника безопасности**

Проблемы охраны труда и техники безопасности, возникающие при строительстве и выводе из эксплуатации пивоваренных заводов, аналогичны возникающим на других промышленных предприятиях; их предупреждение и устранение рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**. К вредным и опасным производственным факторам, связанным с эксплуатацией пивоваренных заводов, относятся:

- взрывоопасность;
- воздействие химически опасных факторов;
- физически опасные факторы;
- воздействие шума и вибрации.

### **Взрывоопасность**

Вследствие образования органической пыли при хранении зерна, его размоле и транспортировке возникает опасность взрыва на тех участках пивоваренного завода, где производятся такие работы. Помимо рекомендаций, содержащихся в **Общем руководстве по ОСЗТ**, для уменьшения риска взрыва пыли необходимо принимать следующие меры:

- часто проводить уборку, чтобы не допускать скопления пыли, и использовать системы вытяжки и рециркуляции пыли для ее удаления с рабочих участков;
- обеспечить электрическое заземление, установить системы искрозащиты, а при необходимости – системы гашения пламени;
- на особо опасных участках применять взрывобезопасные электродвигатели, осветительные приборы, выключатели и соединения;

- при проектировании и строительстве сооружений предусматривать устройство предохранительных клапанов на случай взрыва;
- исключить наличие внешних источников возгорания;
- ввести разрешения на производство работ, связанных с применением пламени;
- контролировать использование любых курительных изделий;
- запретить пользование мобильными телефонами.

## Воздействие химически опасных веществ

### *Утечка хладагента*

На пивоваренных заводах часто применяются мощные системы охлаждения, в которых обычно циркулирует хладагент на основе аммиака – токсичное вещество, способное образовывать взрывоопасную смесь с воздухом. При размещении, проектировании, техническом обслуживании и эксплуатации систем охлаждения необходимо следовать рекомендациям по технике безопасности и иным рекомендациям, публикуемым профессиональными организациями изготовителей холодильного оборудования<sup>13</sup>.

### *Удушье*

В процессе брожения и дозревания пива образуется диоксид углерода, который можно собрать. Диоксид углерода и/или азот хранятся и используются на многих этапах процесса производства пива, когда необходима инертная атмосфера. Неконтролируемый выброс этих газов

либо ненадлежащая вентиляция, особенно в замкнутом пространстве или закрытом помещении, например в цехах брожения и дозревания, может привести к тому, что концентрация этих газов достигнет уровня, при котором возникает риск удушья. Исходя из оценки риска следует разработать надлежащие меры обеспечения безопасности, к которым могут относиться установка более мощной вентиляционной системы, выполнение указаний по безопасности труда в замкнутых помещениях (они содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**), а также применение персональных детекторов газа на особо опасных участках. Воздействие других химических веществ обычно происходит при работах с использованием химикатов – мойке, дезинфекции и техническом обслуживании производственных участков, трубопроводов и резервуаров. Рекомендации по решению проблем, связанных с воздействием химикатов, приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

## Физически опасные факторы

К числу физически опасных факторов относятся опасность падения на скользкой поверхности, применение машин и инструментов, работа со стеклотарой и опасность столкновения с внутризаводскими транспортными средствами, например вилочными погрузчиками. Потенциальными источниками опасности являются мельницы, мешалки, дробилки, шнековые транспортеры и конвейеры, поскольку в них могут попасть пальцы, волосы и одежда. Особым фактором риска, характерным для участков розлива в бутылки, являются травмы глаз. В **Общем руководстве по ОСЗТ** содержатся общие указания, касающиеся условий труда на рабочих местах, в том числе обустройства рабочих и пешеходных зон и ухода за ними, направленного на предотвращение поскользывания и падений, а кроме того, обеспечения безопасности машин и

<sup>13</sup> Например, Британский институт холода ([www.iorg.org.uk](http://www.iorg.org.uk)) публикует указания по проектированию безопасных систем охлаждения с использованием аммиака (и иных хладагентов), безопасному обращению с хладагентами и пр. С рекомендациями по вопросам искусственного охлаждения можно также ознакомиться на веб-сайтах Американского общества инженеров по отоплению, холодильной технике и кондиционированию воздуха (ASHRAE) ([www.ashrae.com](http://www.ashrae.com)) или Международного института холода ([www.iifir.org](http://www.iifir.org)).

механизмов, установки предохранительных устройств и использования надлежащих средств индивидуальной защиты (СИЗ).

*Травмы, связанные с подъемом, переноской грузов, повторяющимися операциями и работой в неудобном положении*

Работы на пивоваренных заводах, при которых рабочие могут получить травмы, обычно связаны с подъемом и переноской тяжелых грузов (например, ящиков с бутылками), повторяющимися операциями, включая упаковку и чистку, а также работой в неудобном положении вследствие ненадлежащего проектирования рабочих мест и технологических операций. Рекомендуемые подходы для уменьшения количества таких травм приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

### *Пыль*

Вдыхание пыли представляет собой вредный и опасный производственный фактор, особенно на участках, где ведутся работы с сухим зерном, дрожжами и кизельгуром. Необходимо следовать указаниям по смягчению этого вида риска, содержащимся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

### *Системы сжатого газа*

В процессе пивоварения используются сжатые газы, такие как диоксид углерода (CO<sub>2</sub>) и азот, хладагенты и сжатый воздух. Все эти газы представляют собой фактор риска в силу опасности избыточного давления, разрыва резервуаров, обморожения диоксидом углерода, азотом или хладагентами, а также физических травм вследствие ненадлежащего обращения с баллонами и трубопроводами либо их повреждения. Рекомендуемые меры по обращению с резервуарами, содержащими сжатый газ, и иной

аппаратурой такого рода содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

### **Воздействие шума и вибрации**

Работники пивоваренных заводов могут подвергаться воздействию шума, вызванного транспортировкой сырья и готовой продукции, а также работой технологического и вспомогательного оборудования. Рекомендации по нейтрализации воздействия шума и вибрации, включая использование соответствующих СИЗ, содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

### 1.3 Охрана здоровья и обеспечение безопасности местного населения

Вопросы, относящиеся к воздействию на здоровье и безопасность местного населения при эксплуатации пивоваренных заводов, характерны и для других промышленных предприятий и обсуждаются в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

#### Влияние аспектов безопасности пищевых продуктов и управление ими

Пивоваренным заводам следует придерживаться признанных на международном уровне стандартов безопасности пищевых продуктов, которые соответствуют принципам и практике, предусмотренным системой Анализа риска на основе критических контрольных показателей (НАССР)<sup>14</sup> и документом Codex Alimentarius<sup>15</sup>.

## 2.0 Показатели эффективности и мониторинг

### 2.1 Охрана окружающей среды

#### Нормативы выбросов и сбросов

В таблице 1 приведены нормативы сбросов для отрасли пивоварения. Рекомендованные нормативы технологических выбросов и сбросов в данной отрасли соответствуют надлежащей международной отраслевой практике, которая зафиксирована в соответствующих стандартах стран с общепризнанной нормативно-правовой базой. Данные нормативы выполнимы при нормальном

режиме работы должным образом спроектированных и эксплуатируемых предприятий посредством применения методик предотвращения и контроля загрязнения, описанных в предыдущих разделах настоящего документа. Указанные уровни должны обеспечиваться без разбавления и соблюдаться в течение не менее 95% времени работы предприятия или установки, рассчитываемого как доля рабочих часов в год. Отклонения от данных уровней с учетом конкретных местных условий проекта необходимо обосновать при проведении экологической оценки.

Нормативы сбросов применимы к прямому сбросу очищенных стоков в поверхностные водные объекты общего пользования. Возможно установление уровней сбросов с конкретных площадок в зависимости от наличия и условий использования систем сбора и очистки сточных вод общего пользования или, если сброс происходит непосредственно в поверхностные воды, в зависимости от классификации использования водоприемников, как описано в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Нормативы выбросов от источников горения, связанных с производством пара и электроэнергии, с тепловой мощностью, равной или ниже 50 МВт, рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**, а для источников выбросов большей мощности – в **Руководстве по ОСЗТ для тепловых электростанций**. Указания в отношении фоновых параметров окружающей среды с учетом общей нагрузки выбросов приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

<sup>14</sup> ISO (2005).

<sup>15</sup> ФАО и ВОЗ (1962–2005).

**Таблица 1. Уровни сбросов для пивоваренного производства**

Загрязнители	Единицы	Нормативное значение
pH	pH	6–9
БПК <sub>5</sub>	мг/л	25
ХПК	мг/л	125
Общее содержание азота	мг/л	10
Общее содержание фосфора	мг/л	2
Нефтепродукты	мг/л	10
Общее содержание взвешенных твердых частиц	мг/л	50
Повышение температуры	°C	<3 <sup>b</sup>
Общее содержание колиформных бактерий	НВЧ <sup>a</sup> /100 мл	400
Активные компоненты/антибиотики	Определяется для каждого конкретного случая	
<b>Примечания:</b>		
<sup>a</sup> НВЧ = Наиболее вероятное число.		
<sup>b</sup> На границе установленной научным способом зоны смешивания с учетом качества окружающей воды, вида водопользования, возможных потребителей воды, и ассимилирующую способность водного объекта.		

**Таблица 2. Образование побочных продуктов и отходов**

Выход на единицу продукции	Единица	Отраслевой контрольный показатель
<b>Побочные продукты<sup>a</sup></b>		
Пивная дробина	кг/гл пива	16–19
Дрожжи и отстой		1,7–2,9
Кизельгур		0,4–0,7
<b>Жидкие отходы</b>		
Жидкие стоки	гл/гл пива	3–6
Потери пива	%	1–5
<b>Примечания:</b>		
<sup>a</sup> Входные и выходные показатели крупных пивоваренных производств в Германии (производительностью более 1 млн. галлонов пива) [Input and Output Figures for Large German Breweries (capacity over 1 million hl beer) EC (2006)].		

## Использование ресурсов

В таблицах 2 и 3 приведены примеры показателей образования отходов и производства побочных продуктов, а также потребления энергетических и водных ресурсов для эффективно работающих пивоваренных заводов. Отраслевые контрольные показатели приведены только для сравнения, и в каждом отдельном проекте должна ставиться задача обеспечения постоянного совершенствования в этих областях.

**Таблица 3. Энерго- и водопотребление**

Выход на единицу продукции	Единица	Отраслевой контрольный показатель
<b>Энергия<sup>a</sup></b>		
Тепло	МДж/гл	85–120
Электричество	кВт-ч/гл	7,5–11,5
Общий расход энергии	МДж/гл	100–160
<b>Вода<sup>a</sup></b>		
Водопотребление	гл/гл пива	4–7
<b>Примечания:</b> <sup>a</sup> Входные и выходные показатели крупных пивоваренных производств в Германии (производительностью более 1 млн. галлонов пива) EC (2006).		

## Мониторинг состояния окружающей среды

Программы мониторинга состояния окружающей среды для данной отрасли следует выстраивать с учетом необходимости охвата всех видов деятельности, которые потенциально могут оказать существенное воздействие на состояние окружающей среды при их осуществлении как в нормальном, так и нештатном режиме. Мониторинг состояния окружающей среды следует вести по прямым или косвенным показателям выбросов, сбросов и используемых ресурсов, применимым к данному проекту. Частота проведения мониторинга должна быть достаточной для получения репрезентативных данных по параметру, мониторинг которого проводится. Мониторинг должны осуществлять специально подготовленные лица в

соответствии с процедурами мониторинга и учета данных и с использованием оборудования, прошедшего надлежащее тарирование и техническое обслуживание. Данные мониторинга необходимо регулярно анализировать и изучать, сравнивая их с действующими стандартами в целях принятия любых необходимых мер по исправлению недостатков. Дополнительные указания по применимым методам забора проб и анализа выбросов и стоков содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

## 2.2 Охрана труда и техника безопасности

### Указания по охране труда и технике безопасности

Соблюдение норм охраны труда и техники безопасности следует оценивать на основании опубликованных международных рекомендаций по показателям воздействия вредных производственных факторов, примерами которых являются, в частности, указания по предельным пороговым значениям (TLV®) воздействия на рабочем месте и показателям биологического воздействия (BEIs®), публикуемые Американской конференцией государственных специалистов по гигиене труда (ACGIH)<sup>16</sup>, Карманный справочник по источникам химической опасности, публикуемый Национальным институтом гигиены и охраны труда Соединенных Штатов Америки (NIOSH)<sup>17</sup>, показатели допустимых уровней воздействия (PELs), публикуемые Управлением охраны труда Соединенных Штатов Америки (OSHA)<sup>18</sup>, индикативные показатели предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны, публикуемые

странами – членами Европейского союза<sup>19</sup>, или данные из иных аналогичных источников.

### Показатели травматизма и частота несчастных случаев со смертельным исходом

Исполнителям проектов следует стремиться к полному искоренению несчастных случаев на производстве с участием занятых в проекте работников (нанятых непосредственно исполнителями проекта либо субподрядчиками), особенно несчастных случаев, способных привести к потере рабочего времени, инвалидности различной степени тяжести или даже смертельному исходу. Показатели частоты несчастных случаев на объекте можно сопоставлять с опубликованными показателями предприятий данной отрасли в развитых странах, которые можно получить из таких источников, как, например, Бюро трудовой статистики США и Инспекция по промышленной гигиене и охране труда Соединенного Королевства<sup>20</sup>.

### Мониторинг соблюдения норм охраны труда и техники безопасности

Следует вести мониторинг рабочей среды на наличие вредных производственных факторов, характерных для данного проекта. Процесс мониторинга должны разрабатывать и осуществлять уполномоченные специалисты<sup>21</sup> в рамках программы мониторинга соблюдения норм охраны труда и техники безопасности. Предприятиям следует также вести журналы учета случаев производственного травматизма и профессиональных

<sup>16</sup> См. <http://www.acgih.org/TLV/> and <http://www.acgih.org/store/>.

<sup>17</sup> См. <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>.

<sup>18</sup> См. [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARD&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD&p_id=9992).

<sup>19</sup> См. [http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oell/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oell/).

<sup>20</sup> См. <http://www.bls.gov/iif/> and <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

<sup>21</sup> К таким уполномоченным специалистам могут относиться сертифицированные специалисты по промышленной гигиене, дипломированные специалисты по гигиене труда, сертифицированные специалисты по охране труда или специалисты аналогичной квалификации.



заболеваний, а также опасных происшествий и несчастных случаев. Дополнительные указания по программам мониторинга соблюдения норм охраны труда и техники безопасности содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

### 3.0 Справочная литература и дополнительные источники информации

Curtin University of Technology, Centre of Excellence in Cleaner Production (CECP). 2002. Swan Brewery: Water and Energy Efficiency. Western Australia Case Studies. Perth: CECP. Доступно по адресу: <http://cleanerproduction.curtin.edu.au/cecp/cecpcasesstudyhome.htm>

Dansk Standard. 2004. DS/OHSAS 18001:2004. Occupational health and safety management systems – Specification. 1 udgave. 2004–11-08. Copenhagen: Dansk Standard.

European Commission. 2006. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Reference Document on Best Available Techniques (BAT) in the Food, Drink and Milk Industries. Seville: EIPPCB. Доступно по адресу: <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

Health and Safety Commission (HSC). 2005a. Food Manufacture – Beer, Spirit and Soft Drink Manufacture. Injury Rate Comparison. London: National Statistics. Доступно по адресу: <http://www.hse.gov.uk/food/drink.htm>

HSC. 2005b. Health and Safety Statistics 2004/05. London: National Statistics. Доступно по адресу: <http://www.hse.gov.uk/statistics/overall/hssh0405.pdf>

HSC. 2005c. Rates of reported fatal injury to workers, non fatal injuries to employees and LFS rates of reportable injury to workers in manufacturing. London: National Statistics. Доступно по адресу: <http://www.hse.gov.uk/statistics/industry/manufacturing-ld1.htm#notes>

HSC. 2005d. Statistics of fatal injuries 2004/05. Fatal injuries to workers in manufacturing. London: National Statistics. Доступно по адресу: [www.hse.gov.uk/statistics/overall/fat0405.pdf](http://www.hse.gov.uk/statistics/overall/fat0405.pdf)

Indian Environmental Protection Agency (EPA). 1992. Central Pollution Control Board (CPCB). Notification May 5, 1992. 27.0 Fermentation Industry: Wastewater Discharge Standards (Distilleries, Maltries & Breweries). Delhi: Indian EPA. Доступно по адресу: <http://www.cpcb.nic.in/standard27.htm>

Irish Environmental Protection Agency (EPA). 1996. Best Available Technology Not Entailing Excessive Costs (BATNEEC) Guidance Note for Malting, Brewing & Distilling. Co. Wexford: Irish EPA. Доступно по адресу: <http://www.epa.ie/TechnicalGuidanceandAdvice/GuidanceDocuments/>

International Organization for Standardization (ISO). 2005. ISO 22000: 2005: Food Safety Management Systems – Requirements for any organization in the food chain. Geneva: ISO. Доступно по адресу: <http://www.iso.org>

ISO. 2004a. ISO 14001: 2004: Environmental Management Systems – Requirements with guidance for use. Geneva: ISO. Доступно по адресу: <http://www.iso.org>

ISO. 2004b. ISO 9001: 2000: Quality Management System. Geneva: ISO. Доступно по адресу: <http://www.iso.org>

Thailand Ministry of Natural Resources, Science and Environment. Pollution Control Department (PCD). 1996. Water Quality Standards: Industrial Effluent Standards. Bangkok: PCD. Доступно по адресу: [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/en\\_reg\\_std\\_water04.html#s1](http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water04.html#s1)

The Brewers of Europe. 2002. Guidance Note for Establishing BAT in the Brewing Industry. October 2002. Brussels: Brewers of Europe. Доступно по адресу: <http://www.brewersofeurope.org/asp/publications/publications.asp>

United Nations Environment Programme (UNEP). 1996. Division of Technology, Industry and Economics (DTIE). Cleaner Production in Breweries: A Workbook for Trainers. First Edition. Paris: UNEP. Доступно по адресу: [http://www.unep.org/pc/cp/library/catalogue/cp\\_training.htm](http://www.unep.org/pc/cp/library/catalogue/cp_training.htm)

United States Bureau of Labor Statistics (BLS). 2004a. Census of Fatal Occupational Injuries Charts, 1992–2004. Number and rate of fatal occupational injuries by private industry sector, 2004. (Table page 10). Washington DC: BLS. Доступно по адресу: <http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfch0003.pdf>

US BLS. 2004b. Industry Injury and Illness Data – 2004. Supplemental News Release Tables. Table SNR05: Incident rate and number of nonfatal occupational injuries by industry, 2004. Washington D.C.: BLS. Доступно по адресу: <http://www.bls.gov/iif/oshwc/osh/os/ostb1479.pdf>

## Приложение А. Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли

Пиво – это слабоалкогольный напиток, получаемый путем брожения сахаров, извлеченных из различных злаковых растений. Существует множество видов пива, которые различаются в зависимости от используемого сырья, крепости, вкусовых качеств и расфасовки полученной продукции. Как правило, для каждого пивоваренного завода характерна собственная гамма выпускаемой продукции и тары для ее розлива.

Способы производства различаются в зависимости от предпочтений пивоваренного завода, а также от видов вырабатываемого пива, оборудования и национального законодательства. Исторически пиво изготавливали из ячменного солода. Однако в настоящее время наблюдается тенденция к использованию более широкого спектра злаков, причем современные крупные пивоваренные заводы все шире используют кукурузу и рис. Извлеченный из злаков сахар попадает в воду, туда добавляют хмель, и полученная смесь подвергается кипячению. После охлаждения смесь сбраживают дрожжами для образования спирта. Полученное молодое пиво оставляют для созревания, а затем укупоривают. Некоторые сорта пива подвергают фильтрации и пастеризации.

### Обработка и хранение сырья

Как правило, перечень сырья, используемого для производства пива, включает злаки (ячменный солод, рис или кукурузу), хмель, воду и дрожжи. В ходе соложения крахмал в злаках переходит в поддающийся брожению сахар, который извлекают из солода посредством затирания сусла. Экстракты хмеля добавляют в качестве стабилизатора, а также для придания горечи сахарному

раствору. В ходе брожения сахара под воздействием дрожжей переходят в спирт. Процесс пивоварения требует нагревания и охлаждения, а также использования осветляющих средств и различной тары.

### Производство сусла

Поставленные на пивоваренный завод злаки взвешивают, проращивают, очищают и хранят в бункере, пока они не станут пригодными для производства сусла. В процессе подготовки злаков к затиранию их очищают и размельчают либо дробят. Затирание, фильтрация и кипячение сусла в совокупности составляют этап сбраживания в процессе пивоварения.

### *Дробление*

Злаки дробят для получения смеси из муки и мякоти, которая называется солодом. Размер помола солода определяется совокупностью трех факторов – максимальным выходом экстракта, технологией производства и возможностью фильтрации сусла. Зоны обработки злаков должны быть расположены таким образом, чтобы не допустить чрезмерного пылеобразования и свести к минимуму количество источников возгорания, в том числе искр, для предотвращения возможных взрывов.

### *Затирание*

После дробления солод смешивают с горячей водой для получения так называемого затора и дают отстояться. Этот процесс известен под названием затирания. Целью затирания является получение большого объема поддающегося брожению экстракта из дробленого солода и

добавок путем его экстракции в воду. Полученный экстракт называется суслом. Путем растворения получают лишь небольшую часть этого экстракта, а остальная его часть извлекается путем ферментативного расщепления совокупности нерастворимых веществ на простые вещества, растворимые в воде. Для оптимальной экстракции необходимо тщательно контролировать физические параметры процесса, а именно температуру, pH и длительность затирания.

### *Фильтрация затора*

При помощи фильтрации сусло отделяют от нерастворимой части затора, известной под названием пивной дробины. Этот процесс называется фильтрацией и протекает в фильтрационном чане или в заторном фильтре при температуре около 75–78°C<sup>22</sup>. После окончания фильтрации использованную пивную дробину отправляют в бункеры и, как правило, продают фермерам в качестве корма для скота. Пивная дробина, полученная в фильтрационных чанах, содержит 19–22% сухого вещества, а полученная в заторных фильтрах – 35–40% сухого вещества. Оставшееся в фильтрационном чане сусло с низким содержанием экстракта называется слабым суслом.

### *Кипячение сусла*

После изъятия использованной пивной дробины сусло переливают в заторный котел. В заторном котле сусло доводят до кипения и добавляют хмель, а затем кипятят в течение 1–1,5 часов, при этом выпаривание должно составлять 5–8% от исходного объема в час<sup>23</sup>. В целом выпаривание составляет, как правило, 6–10%. Нагревание и

кипячение сусла являются чрезвычайно энергоемкими процессами.

### *Осветление и охлаждение сусла*

По окончании кипячения сусло осветляют, обычно пропуская через гидроциклон ("вирлпул"), где происходит отделение чистого сусла от нерастворимого остатка, известного под названием trub. После осветления сусло охлаждают до так называемой температуры добавления дрожжей (при этой температуре сусло вводят в ферментационный чан) в теплообменнике (сусловом холодильнике), который остужают при помощи холодной воды. Сусло можно охладить холодной водой в объеме, превышающем объем сусла примерно в 1,1 раза. Горячую воду (75–85°C), поступающую из суслового холодильника, собирают и используют для приготовления следующей партии пива. Очистить сусло от органического остатка (труба) можно в ходе осветления.

### *Высокоплотное пивоварение*

Высокоплотное пивоварение часто используется для производства сусла с таким содержанием экстракта, чтобы после завершения брожения получилось пиво с более высоким содержанием алкоголя, чем в пиве, поступающем в продажу. С целью получения годного для продажи пива пивной концентрат разбавляют деаэрированной водой, по качеству соответствующей воде, используемой для пивоварения. Благодаря этому методу экономится энергия, поскольку воду, используемую для разбавления концентрата, не нужно нагревать во время затирания и кипячения сусла. Кроме того, этот способ позволяет произвести в варочном цехе и ферментационных чанах больше годного для продажи пива, чем при использовании других способов.

<sup>22</sup> "Европейские пивовары" (2002).

<sup>23</sup> Там же.

## **Брожение и созревание**

После охлаждения до температуры добавления дрожжей сусло насыщают кислородом. Затем его перекачивают в ферментационные чаны, куда добавляют дрожжи, и начинается процесс брожения. Во время брожения сахар, содержащийся в сусле, под воздействием дрожжей превращается в спирт и диоксид углерода. Процесс брожения является экзотермическим, и его температура тщательно контролируется в соответствии с требованиями технологического процесса, которые зачастую различаются в зависимости от вида получаемой продукции и места производства. Продолжительность брожения зависит от рецепта продукции. Полученный во время брожения диоксид углерода можно собирать и затем использовать на различных стадиях пивоварения.

Процесс брожения прекращается посредством быстрого охлаждения ферментационных чанов; дрожжи при этом собирают и перекачивают в накопительный резервуар. В ходе брожения получается больше дрожжей, чем обычно необходимо для производства очередной порции продукта, поэтому часть собранных дрожжей утилизируют, нередко используя их в качестве корма для животных.

После брожения пиво переливают в лагерные танки для созревания, которое происходит в течение нескольких недель при контролируемом температурном режиме.

## **Обработка пива**

### *Фильтрация*

По окончании созревания большую часть пива отфильтровывают, чтобы удалить остатки дрожжей и получить "светлое пиво", которое является особенно прозрачным и имеет длительный срок годности. Фильтрация проходит в кизельгутовом (с диатомовой

землей) фильтре при использовании рамных, свечевых или сетчатых фильтров. Отработанный кизельгур можно использовать в сельском хозяйстве, в качестве строительного материала или переработать. После фильтрации пиво хранят в форфасах, и в таком виде оно готово к укупорке в цехе розлива.

### *Сатурация*

Перед отправкой на хранение в форфасы пиво может быть газировано (сатурировано). Для повышения пенистости напитка можно также использовать азот в малых дозах.

### *Разбавление*

Пиво с высоким содержанием алкоголя, полученное в результате высокоплотного пивоварения, перед укупоркой разбавляют деаэрированной водой, по качеству соответствующей воде, используемой для пивоварения.

### *Безразборная мойка (БМ)*

Крайне важно добиться того, чтобы все технологическое оборудование и конвейеры постоянно были чистыми и продезинфицированными. Мытье выполняется при помощи систем БМ, в которых моющие средства пропускаются через оборудование либо разбрызгиваются по поверхности лагерных танков. В качестве моющих средств зачастую используют каустическую соду или кислоту. Для мытья и дезинфекции пивоваренного оборудования может потребоваться значительное количество энергии, воды, моющих и дезинфицирующих средств. Модели систем БМ могут существенно варьироваться – от простых, где каждая доза моющего раствора подготавливается, подается внутрь системы, а затем вымывается оттуда, до полностью автоматизированных, состоящих из резервуаров для воды и моющих средств, что позволяет повторно использовать часть воды и моющих средств.

## Процесс розлива

Пиво перекачивают из форфасов, разводят до необходимой крепости, а затем в цехе розлива разливают по бутылкам, банкам или кегам. В ходе этих процессов важно обеспечить защиту пива от контакта с кислородом и потери диоксида углерода. Линии розлива могут различаться по видам используемой тары и степени автоматизации; для них, как правило, характерен высокий уровень шума.

### *Мытье и проверка бутылок*

Сданные бутылки сортируют при помощи устройств с электронным управлением. Бутылки иностранного производства возвращают соответствующим изготовителям либо дробят и отправляют на переработку. После сортировки бутылки поступают в бутылкомоечную машину, где происходит удаление всех внутренних и внешних загрязнений. Как правило, в процессе мытья бутылок выполняются следующие операции: замачивание, мытье, высокотемпературная стерилизация и ополаскивание. Бутылкомоечная машина потребляет большое количество электроэнергии, воды и каустической соды. Существенная часть сточных вод отводится, и такие стоки могут иметь высокое содержание органических загрязнителей. После мытья бутылка проходит проверку для выявления повреждений и остаточного загрязнения.

### *Розлив по бутылкам*

По конвейеру бутылки поступают из бутылкомоечной в разливочную машину. Их заполняют под давлением в зависимости от количества диоксида углерода, растворенного в пиве. Важнейшей функцией разливочной машины является предотвращение контакта кислорода с пивом. После розлива бутылки немедленно закупориваются (как правило, кроненпробками) и проводится проверка

объема заполнения. Затем закупоренные бутылки передают по конвейеру в поточный пастеризатор.

### *Баночный розлив*

Баночный розлив основан на тех же принципах, что и розлив по бутылкам. Поскольку банки весят мало, необходимо подавать их на конвейер очень аккуратно, чтобы сохранять четкие промежутки в их расположении на ленте. Кроме того, следует помнить о том, что у банок тонкие стенки, а это приводит к их неустойчивости. Линии розлива потребляют большое количество электроэнергии. На линии розлива могут иметь место утечки пива, что вызывает повышение содержания органических загрязнителей в стоках.

### *Пастеризация*

Обычно пиво пастеризуют для того, чтобы убить оставшиеся живые дрожжевые грибки и другие микроорганизмы и тем самым увеличить срок годности пива. Существуют два альтернативных метода пастеризации:

- поточная пастеризация, при которой пиво пастеризуют в бутылках или банках (иными словами, пиво и емкость пастеризуют как замкнутое единое целое);
- мгновенная пастеризация, для которой используют теплообменник, где пиво пастеризуют, прежде чем разлить его по кегам.

### *Наклеивание этикеток*

После поточной пастеризации бутылки по конвейеру поступают в этикетировочную машину. В качестве клеящих веществ используются клеи на основе крахмала или протеина, чтобы приклеенные этикетки легко отставали от поверхности, когда сданные бутылки будут мыть.



Этикетировочные линии потребляют большое количество электроэнергии. Для работы этикетировочных линий может быть характерен высокий уровень шума.

### *Упаковка*

Бутылки и банки упаковывают в ящики, коробки или другую транспортабельную упаковку, а затем складывают на грузовые поддоны. Кеги перевозят на грузовых поддонах.

### **Инженерные сооружения**

При производстве пива необходимо большое количество воды, а также энергии для нагревания и охлаждения, поэтому инженерные сооружения имеют для данной отрасли особое значение. Как правило, тепло для технологических нужд процесса пивоварения вырабатывают паровые котлы. Охлаждение по ходу технологического процесса обычно осуществляется при помощи центральной холодильной установки на аммиачной основе, которая передает аммиак или вторичный хладагент (например, охлажденную воду, охлаждающие соляные растворы или гликоли) туда, где требуется охлаждение. Сжатый воздух в основном используется для оборудования, приводов, повышения давления в лагерных танках, а иногда – для удаления использованной пивной дробины.

### *Водоочистные сооружения*

Как правило, пивоваренные заводы берут воду из артезианских скважин, либо из озера или реки через поверхностный водозабор, и используют воду различного качества, например пригодную для пивоварения – при затирании, деаэрированную – для разбавления раствора, смягченную – для инженерных систем и поточных пастеризаторов, промывочную и т. д. В связи с этим на пивоваренных заводах зачастую имеется несколько сложных водоочистных сооружений.

### *Установка для регенерации диоксида углерода*

Диоксид углерода, выработанный во время брожения, может быть собран, очищен и сохранен для дальнейшего использования. Диоксид углерода необходим для сатурации и для создания инертной среды согласно применяемой технологии.

### *Производство азота*

Для создания инертной среды пивоваренные заводы могут использовать азот вместо диоксида углерода. Азот можно получить на месте из атмосферного воздуха при помощи технологий мембранного или теплового разделения либо закупать оптом у сторонних поставщиков.

### *Электроснабжение*

Большинство пивоваренных заводов получают электричество из общенациональной энергетической сети, однако некоторые используют теплоэлектростанции (ТЭС), где осуществляется комбинированное производство электричества и тепла/пара.

Рисунок А.1. Процесс производства пива

