

Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда для производства продуктов переработки масел

Введение

Руководства по охране окружающей среды, здоровья и труда (ОСЗТ) представляют собой технические справочники, содержащие примеры надлежащей международной отраслевой практики (НМОП)¹ 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:

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

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

¹ 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.

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 производства продуктов переработки масел содержит информацию, касающуюся производственного оборудования, на котором производятся жирные кислоты, глицерин и биодизель с использованием жиров и масел овощей или животных. В Приложении А дается описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли.

Данный документ состоит из следующих разделов:

- Раздел 1.0 – Воздействие отраслевой деятельности и управление им
- 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 Воздействие отраслевой деятельности и управление им

В данном разделе приводится обзор проблем ОСЗТ, возникающих при производстве продуктов переработки масел на этапе эксплуатации предприятий отрасли, и даются рекомендации по их решению. Рекомендации по решению проблем ОСЗТ, характерных для большинства крупных промышленных предприятий на этапах строительства и вывода из эксплуатации, даются в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.1 Окружающая среда

Главными экологическими проблемами, связанными с производством продуктов переработки масел, являются:

- Выбросы в атмосферу
- Сточные воды
- Опасные материалы
- Отходы и побочные продукты
- Шум

Оптимизация технологического режима (связанная с правильным выбором качественного сырья и исходных материалов) существенно уменьшает воздействие на окружающую среду этих производств благодаря уменьшению количества отходов, сточных вод и выбросов в атмосферу.

Выбросы в атмосферу

Предприятия по производству продуктов переработки масел, как правило, потребляют много энергии на нагрев воды и выработку пара для технологических нужд (например, для технологических процессов расщепления, рафинирования и перегонки). Энергопотребление также

определяется системами охлаждения и сжатого воздуха. Предприятия могут иметь собственные электростанции для энергоснабжения.

Инструкции по тепловым излучениям от источников горения, связанные с выработкой пара и электроэнергии источниками с мощностями теплопритока, не превышающими 50 мегаватт теплоты (МВт тепл.), содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Инструкции по более мощным тепловым излучениям от источников горения содержатся в **Руководстве по ОСЗТ для тепловых электростанций**. Подробные рекомендации для энергетического выхода содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Производство жирных кислот

Выбросы в атмосферу от производства жирных кислот содержат главным образом неорганизованные выбросы летучих органических соединений (ЛОС), в том числе гексана из процессов сольвентного фракционирования; неорганизованные выбросы водорода с гидрогенизационных установок; выделение запахов низкомолекулярных жирных кислот; а также выбросы продуктов разложения, таких как кетоны и альдегиды из резервуаров-хранилищ и с установок предварительной обработки, расщепления и перегонки.

Рекомендуются следующие меры по предотвращению и контролю выбросов:

- реализация процесса рекуперации летучих растворителей путем перегонки и конденсации;
- мониторинг и регистрация потребления растворителя и осуществление программы технического обслуживания с целью выявления, мониторинга и сведения к минимуму выбросов гексана из установки рекуперации

летучих растворителей и в виде утечек в трубах и вентиляционных отверстиях; а также

- сбор и обработка неорганизованных выбросов ЛОС из резервуаров-хранилищ и с установок предварительной обработки, расщепления и перегонки. Необходимо установить фильтры с активированным углем и газоочистители, в которых используется масло или щелочная вода, чтобы уменьшить выбросы растворителей и выделение запахов. В качестве альтернативы можно рассмотреть сжигание паров растворителей и/или веществ, выделяющих запахи.

Производство глицерина

ЛОС могут выделяться при предварительной обработке низкокачественных глицериновых растворов или с оборудования вакуум-генератора. ЛОС могут стать причиной выделения запахов вследствие присутствия низкомолекулярных продуктов разложения.

Рекомендуются следующие меры по предотвращению и контролю выбросов:

- при использовании глицериновых растворов от производства биодизеля необходим постоянный мониторинг присутствия метанола;
- поддержание температуры предварительной обработки по возможности на самом низком уровне и установка эффективных холодильников, чтобы свести к минимуму выбросы ЛОС; а также
- использование газопромывателей, чтобы уменьшить выбросы в атмосферу с установок, использующих низкокачественное сырье.

Производство биодизеля

Выбросы в атмосферу с производства биодизеля включают: ЛОС, в основном метанол, получаемый в результате

перегонки и конденсации избыточного метанола в конце процесса переэтерификации; неорганизованные выбросы ЛОС из реакторов, хранилищ метанола или в виде утечек в трубопроводах; метанол после ректификации водного метанола, получаемого в процессе этерификации; а также выбросы ЛОС и запахов из оборудования вакуум-генератора в процессе перегонки.

Рекомендуются следующие меры по предотвращению и контролю выбросов:

- перед промывкой необходимо по возможности удалить избыточный метанол, используемый в реакции переэтерификации, чтобы исключить присутствие метанола в сточных водах и избежать последующей ректификации водного раствора метанола и выбросов метанола в атмосферу; а также
- установить фильтры с активированным углем и газопромывные колонны либо предусмотреть сжигание паров, чтобы уменьшить выбросы ЛОС и запахов, накопившихся в различных заводских установках, в том числе резервуарах-хранилищах.

Сточные воды

Производственные сточные воды

Производство жирных кислот

В цехах по производству жирных кислот образуются значительные количества сточных вод, которые содержат жирные кислоты и жиры (во взвешенном состоянии). Стоки характеризуются высоким уровнем биохимического потребления кислорода (БПК) и химического потребления кислорода (ХПК). Источниками сточных вод являются: конденсация паров жирных кислот водяными распылителями; выпуск потоков жирных кислот под давлением на выходе из расщепительных колонн;

конденсация паров в результате дезодорации; а также вакуум-генераторы, в которых используется пар.

Рекомендуются следующие меры по контролю и уменьшению загрязнений:

- рассмотрение целесообразности установки холодильников с наружным охлаждением и сухих вакуум-насосов там, где вода не контактирует с технологическими потоками жирных кислот, чтобы уменьшить объем сточных вод, создаваемых процессом;
- максимальное повторное использование воды и, при необходимости, установка градирен;
- проектирование и установка устройства флотации/седиментации для обработки потоков загрязнённой воды, образующейся при осуществлении производственных операций в обычном режиме (в том числе для очистки этой воды), а также при отклонении от нормальных условий (при случайных утечках жиров и масел). Последующую биологическую обработку следует проводить до выпуска в зависимости от концентраций загрязнителей и применяемых нормативов при выпуске стоков; а также
- там, где это целесообразно, следует извлекать и повторно перерабатывать шлам, накапливаемый в водоочистном оборудовании на производственных участках.

Производство глицерина

В процессе производства глицерина, как правило, образуется водный конденсат (в результате испарения и перегонки глицеринового раствора), а также вода из систем вакуум-генераторов. Водный конденсат, получаемый в процессе перегонки, может содержать до 30% глицерина и остатков жирных сложных эфиров и кислот. Водный конденсат, получаемый в процессе многоступенчатого

испарения, может содержать небольшие количества глицерина и характеризуется высоким уровнем ХПК и БПК. Вода из систем вакуум-генераторов может содержать следы глицерина.

Рекомендуются следующие меры по предотвращению и контролю загрязнений:

- возвращение водного конденсата, получаемого в процессе перегонки, в производственный процесс после обработки известью и кислотой, фильтрации и испарения;
- там, где цеха по производству глицерина объединены с цехами по производству жирных кислот, следует повторно использовать водной конденсат, получаемый в процессе испарения, в качестве исходного материала для расщепления жиров и масел;
- в качестве альтернативы биологической очистке и сбросу стоит рассмотреть возможность повторного использования водного конденсата в качестве промывной воды для извлечения глицерина из отработанного активированного угля;
- нейтрализация кислотных и каустических растворов, образующихся при регенерации ионообменных смол, которые используются при тонкой очистке глицериновых растворов ;
- если вода не была в прямом контакте с парами, для уменьшения объема сточных вод желательно в качестве вакуум-генераторов использовать безмасляные насосы и холодильники с наружным охлаждением; а также
- при необходимости следует повторно использовать сбросную воду систем вакуум-генераторов в качестве технической воды.

Производство биодизеля

Основным видом стоков, образующимся в установках по производству биодизеля, является промывная вода со стадии очистки сложных эфиров. Вода содержит органические остатки (сложные эфиры, жирные кислоты, мыла, глицерин и следы метанола) а также неорганические кислоты и соли, получаемые при нейтрализации остаточного катализатора (для которой обычно используется хлористоводородная кислота и хлорид натрия). Использование фосфорной кислоты для очистки сточных вод является трудной задачей ввиду того, что такая очистка сопровождается сильным вторичным загрязнением стоков фосфатами, хотя одновременно образуются соли, которые можно использовать в качестве удобрений. Вода, получаемая из газопромывателей и в процессе ректификации, содержит органические примеси и следы метанола. Техническая вода, как правило, содержит значительные количества органических веществ и разбавленных кислот, в результате чего стоки характеризуются высоким уровнем ХПК и БПК.

Рекомендуются следующие меры по предотвращению и контролю загрязнений:

- перед промывкой следует по возможности удалить избыточный метанол, используемый в реакции переэтерификации, либо удалить его из потока сточной воды;
- обработать сточную воду, не содержащую метанола, на установке седиментации/флотации, чтобы удалить всплывающие компоненты, после чего перед сбросом провести нейтрализацию и биологическую очистку; а также
- при использовании фосфорной кислоты необходим контроль концентрации фосфатов в сточной воде и, если это понадобится для соблюдения применяемых

нормативов сброса, регулировка систем очистки сточных вод или их усовершенствование.

Обработка производственных сточных вод

Для очистки производственных сточных вод в данной отрасли используются жируловители, жиροотделители, флотация диспергированным воздухом или водомасляные сепараторы, обеспечивающие отделение масла и всплывающих твердых взвешенных веществ; фильтрация для отделения фильтрующихся твердых взвешенных веществ; усреднение потоков и нагрузок; снижение содержания взвешенных твердых веществ осаждением в отстойниках; биологическая очистка, анаэробная очистка (при высоком уровне БПК сточных вод) с последующей аэробной очисткой для уменьшения растворимого органического вещества (БПК); удаление биогенных веществ химическими или биологическими методами для уменьшения содержания азота и фосфора; хлорирование сточных вод, когда требуется дезинфекция; обезвоживание и удаление отходов очистки стоков на специально оборудованные полигоны или в иные места, предназначенные для размещения опасных отходов. Дополнительно могут потребоваться технические средства контроля для i) локализации и удаления летучих органических соединений, выделяющихся при различных типовых процессах водоочистки, ii) удаления стойких органических веществ с помощью активированного угля или усовершенствованного химического окисления, iii) уменьшения токсичности сточных вод соответствующими методами (такими, как обратный осмос, ионный обмен, активированный уголь и т. п.) и iv) локализации и нейтрализации неприятных запахов.

Работа с производственными сточными водами и примеры подходов к очистке описываются в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Используя эти технологии и надлежащие практики в

работе со сточными водами, предприятия должны соблюдать нормативы сброса сточных вод, указанные в соответствующей таблице раздела 2 данного отраслевого документа.

Другие потоки сточных вод и водопотребление

Инструкции по работе с незагрязненными сточными водами коммунальных служб, ливневыми стоками и хозяйственно-бытовыми сточными водами содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Загрязненные потоки должны направляться в систему очистки производственных сточных вод. Рекомендации по уменьшению водопотребления, особенно если вода является ограниченным природным ресурсом, содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Опасные материалы

На предприятиях по производству продуктов переработки масел в больших количествах используются опасные материалы, в том числе сырье и промежуточные/конечные продукты. Обращение с этими материалами, их хранение и транспортировка должны быть организованы надлежащим образом, чтобы исключить или свести к минимуму возможность воздействия на окружающую среду. Рекомендуемые практические методы обращения с опасными материалами содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Отходы и побочные продукты

Производство жирных кислот

Основными отходами с производства жирных кислот являются отработанные отбеливающие земли, пеки и фильтрационные кеки с отработанным катализатором. Отработанные отбеливающие земли представляют собой основной поток твердых отходов, составляя от 0,5 до 2% весовых перерабатываемых масел и жиров. Содержание

жирового материала в отработанных отбеливающих землях достигает 40% и включает такие примеси, как красящие пигменты, слизистые вещества, волокна, продукты разложения протеинов, золу и мыла. Пеки представляют собой остатки от перегонки жирных кислот. Фильтрационные кеки с отработанным катализатором образуются в результате гидрогенизации жиров. И отработанные отбеливающие земли, и фильтрационные кеки с отработанным катализатором обладают пирофорными свойствами.

Рекомендуются следующие стратегии обращения с отходами:

- применение эффективной технологии фильтрования может сыграть существенную роль в уменьшении количества жирового материала, присутствующего в отработанных фильтровальных панелях, путем сведения к минимуму количества твердых отходов и потерю жиров;
- необходимо рассмотреть возможность рециркуляции богатых жирами отходов, таких как отработанные отбеливающие земли, а также рекуперации энергии путем сжигания. Другими альтернативами рециркуляции отходов являются их повторное использование в качестве исходных материалов в строительстве, в виде удобрений и для расширения земель. Перед повторным использованием необходимо проверить уровни загрязнения;
- при непрерывном процессе перегонки необходимо подвергнуть пеки повторному гидролизу и повторной перегонке в процессе перегонки второй партии, чтобы уменьшить количество создаваемых отходов;
- необходимо изучить возможность повторного использования пеков, в том числе их использования при строительстве дорог, учитывая гидрофобность

пеков, а также возможность рекуперации энергии путем сжигания в бойлерах;

- фильтрационные кеки с отработанным никелевым катализатором являются пирофорными и перед складированием и удалением должны быть высушены азотом. Правильная работа с отработанными катализаторами на участке предполагает погружение отработанных катализаторов в воду на период временного хранения и транспортировки до тех пор, пока они не достигнут конечной точки обработки, во избежание возникновения неконтролируемых экзотермических реакций;
- отработанный катализатор должен быть возвращен изготовителю для регенерации или отослан специализированным подрядчиком для извлечения металлов. Работа специализированных компаний с отработанными катализаторами вне участка состоит в извлечении тяжелых или драгоценных металлов путем извлечения и рециркуляции, где это возможно, либо обращение с ними и их удаление в соответствии с рекомендациями по обращению с опасными и неопасными отходами, содержащимися в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Катализаторы, в состав которых входит платина или палладий, должны быть отосланы на завод по извлечению благородных металлов; а также
- необходимо рассмотреть возможность использования на новых заводских установках катализатора с малым воздействием на основе палладия вместо никелевого катализатора.

Производство глицерина

К отходам и побочным продуктам, возникающим при производстве глицерина, относятся тяжелые фракции перегонки и остатки после фильтрации и/или отбеливания,

состоящие из отработанного активированного угля, активированных глин и наполнителей фильтра, содержащих жировой материал, мыла, известь, коагулирующие соли (такие, как сульфат алюминия или хлорид железа) и красящие пигменты.

Рекомендуются следующие стратегии обращения с отходами:

- необходимо рассмотреть возможность рециркуляции отработанных фильтрационных панелей, не загрязненных тяжелыми металлами и растворителями, с целью получения корма для скота или использования в качестве удобрения, особенно если они содержат соли, полученные путем нейтрализации гидроксида калия фосфорной кислотой;
- загрязненные фильтрационные панели должны быть изолированы, и с ними следует обращаться в соответствии с инструкциями по обращению с отходами, содержащимися в **Общем руководстве по ОСЗТ**; а также
- рекомендуется использовать тяжелые фракции перегонки в качестве низкосортного глицерина либо топлива для выработки электроэнергии после концентрирования.

Производство биодизеля

Характерные для производства продуктов переработки масел твердые отходы и побочные продукты включают осадки солей отработанного катализатора после нейтрализации глицериновой фазы; жирные кислоты и жировые мыла; отработанную отбеливающую землю или отработанные фильтрационные панели, получаемые после очистки низкокачественного сырья; а также тяжелые и легкие фракции кипения сложных эфиров после процесса перегонки.

Рекомендуются следующие стратегии обращения с отходами:

- необходимо рассмотреть целесообразность рециркуляции солей отработанного катализатора в качестве удобрений, если в качестве катализатора используется гидроксид калия, а в качестве нейтрализатора – фосфорная кислота;
- очистить и удалить отработанную отбеливающую и фильтрационную панель, как описано для тех же потоков отходов, получаемых при производстве жирных кислот;
- жировые мыла должны быть нейтрализованы, а полученные жирные кислоты должны быть рекуперированы и этерифицированы в сложные метиловые эфиры с помощью кислотного катализатора;
- следует повторно использовать тяжелые и легкие фракции кипения сложных эфиров в различных секторах производства продуктов переработки масел, где требования к качеству ниже; а также
- рассмотреть целесообразность использования пеков с очень низким качеством в качестве топлива для выработки электроэнергии.

Шум

Источниками шума обычно являются компрессоры и турбины, насосы, электродвигатели, воздухоохладители, вращающиеся барабаны, сферодайзеры, конвейерные ленты, краны, пламенные нагреватели и аварийная разгерметизация. Инструкции по контролю шумов и снижению их уровня содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.2 Охрана и гигиена труда

Угрозы для охраны и гигиены труда, специфические для данного производства, должны быть определены исходя из анализа производственной безопасности или комплексной оценки опасностей и рисков с использованием установленных методик, таких как выявление аварийно-опасных участков [HAZID], выявление опасностей и работоспособности оборудования [HAZOP], а также количественная оценка риска [QRA]. При более общем подходе планирование деятельности в области охраны и гигиены труда должно предполагать систематический структурный подход к решению вопросов устранения и контроля источников физической, химической, биологической и радиологической опасности, описанных в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

К вопросам охраны и гигиены труда, требующим особого внимания при производстве продуктов переработки масел, относятся:

- Технологическая безопасность
- Источники химической опасности
- Пожары и взрывы
- Другие производственные риски

Технологическая безопасность

Программы технологической безопасности должны выполняться с учетом специфических характеристик отрасли, в том числе сложных химических реакций, использования опасных материалов (например, токсичных, химически активных, горючих или взрывоопасных соединений) и многостадийных реакций органического синтеза.

Обеспечение технологической безопасности включает следующие направления деятельности:

- испытание материалов и реакций на наличие источников физической опасности;
- анализ эксплуатационной безопасности с целью изучения химии технологических процессов и технической подготовки, в частности, в области термодинамики и кинетики;
- проведение профилактического технического обслуживания и изучение механической целостности технологического оборудования и энергохозяйства;
- обучение работников; а также
- разработка инструкций по эксплуатации и порядка действий в аварийных ситуациях.

Источники химической опасности

Работы, связанные с производством продуктов переработки масел, могут быть связаны с риском воздействия опасных химикалий, например попадания в дыхательные пути гексана, метанола или других растворителей, используемых для экстракции; попадания в дыхательные пути и на кожу токсичных химикалий, в том числе кислот и оснований; попадания в дыхательные пути пыли при транспортировке сырья; а также попадания в дыхательные пути пыли с отбеливающей земли, фильтрующих присадок и катализаторов. Инструкции о мерах противодействия факторам химической опасности на рабочем месте содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Для данной отрасли предлагаются следующие дополнительные рекомендации:

- обучение сотрудников обращению с химикалиями, например правильной интерпретации спецификаций безопасности материалов и международных карт

- химической безопасности, а также процедурам оказания первой помощи (сезонные и другие временные работники должны быть обучены всему до того, как они приступят к работе с химикалиями);
- обеспечение работников необходимыми средствами индивидуальной защиты (СИЗ) и одеждой, если они указаны в результатах анализа производственной безопасности и в данных по безопасности;
 - обеспечение достаточной циркуляции воздуха на участках извлечения масел, чтобы уменьшить концентрацию растворителей;
 - обеспечение достаточной вентиляции, особенно на рабочих местах, где осуществляется перемещение и размалывание сырья, работа с отбеливающей землей и используются растворители;
 - после экстракции масла необходимо обеспечить его правильную перегонку для эффективного удаления растворителей;
 - осуществление профилактического технического обслуживания, чтобы снизить риск получения ожогов от труб с паром и от всех горячих поверхностей; а также
 - для протирки следует по возможности пользоваться горячей водой, а не растворителями.
- Пожары и взрывы*
- При производстве продуктов переработки масел существует риск взрыва летучих растворителей (например, гексана) и пожара от возгорания, в условиях высокой температуры воздуха, отработанной отбеливающей земли, содержащей масло с большим йодным числом, и отработанных катализаторов. Для предотвращения пожара и взрывов и борьбы с ними рекомендуются следующие меры:
- концентрация ЛОС в воздухе не должна превышать 10% нижних пределов взрываемости²;
 - предотвращение утечек и разливов масел на экстракционной установке;
 - контроль температуры точки воспламенения поступающих экстрагированных масел и температурный контроль на всех установках, получающих экстрагированные растворителем масла;
 - меры по предотвращению и ликвидации пожара и самовозгорания необходимы там, где осуществляется складирование и погрузка-разгрузка отработанного катализатора и отработанных отбеливающих земель;
 - необходимо высушить пирофорные отработанные панели каталитических фильтров азотом и хранить их в герметичных контейнерах, не допуская любого контакта с воздухом;
 - в оборудовании, работающем с метанолом или водородом, следует использовать негорючие материалы;
 - помещение для хранения водорода должно быть расположено на безопасном расстоянии от других установок предприятия;
 - проекты резервуаров-хранилищ, трубопроводов и оборудования должны исключать любое возможное скопление водорода;
 - следует установить детекторы утечки водорода в местах, выбранных для анализа рисков;
 - системы, работающие с водородом, должны быть снабжены автоматическими устройствами отключения клапанов;
 - нельзя допускать скопления метанола и других паров ЛОС где-либо в установке. Например, конструкция

² Например, нижний предел взрываемости гексана составляет 1,1% (объема на объем [o/o]), а его верхний предел взрываемости – 7,5% (o/o).

реактора должна обеспечивать жидкое состояние метанола даже в условиях низкого давления; а также

- надлежащие системы охлаждения резервуаров, трубопроводов и реакторов необходимы, чтобы не допустить самовозгорания метанола в случае нештатной ситуации и отказа оборудования.

Другие производственные риски

Источники физической опасности на предприятиях по производству продуктов переработки масел аналогичны тем, что существуют в других отраслях, и включают: вероятность падения на скольком полу или лестнице, возможный наезд внутривозовского транспорта, например грузовиков, и случайный контакт с конвейерными системами, подобными тем, которые используются в дробильных установках и для удаления отработанной земли. Операторы также находятся под воздействием шума от внутривозовского транспорта, конвейеров, бойлеров, насосов, вентиляторов, различных утечек пара и воздуха и так далее. Инструкции по общим условиям на рабочем месте содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.3 Охрана здоровья и безопасность местного населения

Наиболее существенная угроза здоровью и безопасности местного населения, связанная с предприятиями по производству продуктов переработки масел, возникает на этапе эксплуатации. Она может быть связана с возможностью пожаров и взрывов или случайных выбросов сырья или готовой продукции при транспортировке за пределами технологической линии. Инструкции по решению этих проблем приводятся ниже, а также в соответствующих разделах **Общего руководства по ОСЗТ**, в том числе в разделах: "Безопасность дорожного движения",

"Транспортировка опасных материалов" и "Готовность к чрезвычайным ситуациям и аварийное реагирование".

Дополнительные инструкции, касающиеся транспортировки по морю и железной дороге, а также береговых сооружений, содержатся в Руководствах по ОСЗТ для морских и железнодорожных перевозок, портов и гаваней, а также терминалов для сырой нефти и продуктов нефтепереработки.

2.0 Показатели эффективности и мониторинг

2.1 Окружающая среда

Нормативы выбросов и сбросов

В таблицах 1 и 2 приведены нормативы выбросов и сбросов в данной отрасли промышленности. Значения нормативов 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 методов предотвращения и контроля загрязнения, описанных в предыдущих разделах настоящего документа.

Нормативы выбросов применимы к технологическим выбросам. Нормативы выбросов от источников горения, связанных с производством пара и электроэнергии, с тепловой мощностью, равной или ниже 50 МВт тепл., рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**, а от 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**.

Нормативы сбросов применимы к прямому сбросу очищенных стоков в поверхностные воды общего пользования. Возможно установление нормативов сбросов от конкретных предприятий 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 вида водопользования водоприемников, как описано в **Общем руководстве по ОСЗТ**. 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.

Таблица 1. Уровни выбросов в атмосферу на установках по производству продуктов переработки масел

Загрязнитель	Единица измерения	Нормативное значение
ЛОС	мг/нм ³	100 ^а
а. При 273 К (0 °С) и 101,3 кПа (1 атмосфера).		

Таблица 2. Уровни сбросов со стоками от производства продуктов переработки масел

Загрязнитель	Единицы измерения	Нормативное значение
рН	ст. ед.	6–9
БПК ₅	мг/л	40
ХПК	мг/л	150
Азот, общее содержание	мг/л	30
Фосфор, общее содержание	мг/л	5
Масла и жиры	мг/л	10
Взвешенные вещества	мг/л	50

Использование ресурсов, потребление энергии, выбросы в атмосферу и образование отходов

В таблице 3 приведены примеры показателей потребления ресурсов и энергии в данной отрасли, а в таблице 4 – примеры показателей выбросов в атмосферу и образования отходов, характерных для данной отрасли. Контрольные показатели по отрасли приведены только для сравнения, и

в каждом отдельном проекте должна ставиться задача обеспечения постоянного совершенствования в данных областях.

Таблица 3. Потребление ресурсов и энергии		
Потребление на единицу продукции	Единицы измерения	Промышленный критерий
Водопотребление		
Производство жирных кислот и глицерина	м³/т продукта	0,6–0,8
Производство биодизеля	м³/т продукта	1,6–2,0
Энергия		
Производство жирных кислот и глицерина	На тонну сырья	550 кг (пар при 30 бар) + 200 кг (пар при 10 бар) + 45 кВт-ч
Производство биодизеля	На тонну продукта	600 кг (пар при 5 бар) + 1,2*106 кДж + 40 кВт-ч

Таблица 4. Образование сточных вод и отходов		
Выход на единицу продукции	Единицы измерения	Промышленный критерий
Сточные воды технологических процессов⁽¹⁾		
Производство жирных кислот и глицерина	м³/т сырья	<0,1 ⁽²⁾
Производство биодизеля	м³/т продукта	0,9–1,3
Вода, не содержащая пузырьков газа		
Производство жирных кислот и глицерина	кг/т сырья	5 (отработанные катализаторы) 10 (остатки перегонки)
Производство биодизеля	кг/т продукта	50 (фосфаты калия)
Примечания:		
1. Вода для охлаждения не включена. Должно быть рециркулировано 90–95% воды охлаждения.		
2. Из расчета, что одна тонна сырья состоит из 900 кг жирных кислот и 100 кг глицерина.		

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 во внештатном 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 сбросов содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

2.2 Гигиена и охрана труда

Указания по гигиене и охране труда

Соблюдение норм гигиены и охраны труда следует оценивать исходя из 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)³, Карманный справочник по источникам химической опасности, публикуемый Национальным институтом гигиены и охраны

³ См. <http://www.acgih.org/TLV/> и <http://www.acgih.org/store/>

труда Соединенных Штатов Америки (NIOSH)⁴, показатели допустимых уровней воздействия (PELs), публикуемые Управлением охраны труда Соединенных Штатов Америки (OSHA)⁵, индикативные показатели предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны, публикуемые странами – членами Европейского союза⁶, 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 Королевства⁷.

Мониторинг соблюдения норм гигиены и охраны труда

Следует вести мониторинг рабочей среды на предмет наличия вредных производственных факторов, характерных для данного проекта. Процесс мониторинга должны

разрабатывать и осуществлять уполномоченные специалисты⁸ в рамках программы мониторинга соблюдения норм гигиены и охраны труда. Предприятиям следует также вести журналы учета случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также опасных происшествий и несчастных случаев. Дополнительные указания по программам мониторинга соблюдения норм гигиены и охраны труда содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

⁴ См. <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

⁵ См. http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD&p_id=9992

⁶ См. http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

⁷ См. <http://www.bls.gov/iif/> и <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

⁸ 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.

3.0 Справочная литература и дополнительные источники информации

American Oil Chemists' Society (AOCS). 2006. Inform. April 2006. Volume 17(4) pg. 216-217. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society Press.

American Oil Chemists' Society (AOCS). 2006. Inform. May 2006. Volume 17(5) pg. 324-326. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society Press.

American Oil Chemists' Society (AOCS). 2006. Inform. May 2006. Volume 17(5) pg. 285. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society Press.

American Oil Chemists' Society (AOCS). 2006. Biorenewable Sources. August 2006, Volume 2. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society Press.

Dieckelmann, G., and H.J. Heinz. 1989. The Basics of Industrial Oleochemistry. Essen, Germany: Peter Pomp Publication GmbH.

European Commission. 2003. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Reference Document on Best Available Techniques (BAT) in the Large Volume Organic Chemical (LVOC) Industry. Seville: EIPPCB. Доступно по адресу: <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

European Union Council Directive 1999/13/EC of 11 March 1999 on the Limitation of Emissions of Volatile Organic Compounds due to the Use of Organic Solvents in Certain Activities and Installations. Brussels, Belgium

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. 2004. Promulgation of the New Version of the Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance – AbwV) of 17. June 2004. Berlin, Germany

Gunstone, F.D., and R.J. Hamilton (Ed.). 2001. Oleochemicals Manufacture and Applications. Sheffield, UK / Boca Raton, FL: Sheffield Academic Press / CRC Press.

Johnson, R.W., and E. Fritz. 1989. Fatty Acids in Industry: Processes, Properties, Derivatives, Applications. New York, NY: Marcel Dekker Inc.

Italian Republic. 2006. Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, No. 152. Norme in Materia Ambientale. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, No. 96/L. 14 April 2006. Rome: Repubblica Italiana.

National Renewable Energy Laboratory (NREL). Biodiesel Production Technology. Doc. No. NREL/SR-510-36244. Golden, Colorado, USA. Доступно по адресу: www.nrel.gov

Swern D. 1985. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Vol. 2 Fourth ed. New York, NY: John Wiley & Sons Inc.

US EPA. 40 CFR Part 417. Subpart B—Fatty Acid Manufacturing by Fat Splitting Subcategory. Washington, DC. Доступно по адресу: <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 417. Subpart C—Soap Manufacturing by Fatty Acid Neutralization Subcategory. Washington, DC. Доступно по адресу: <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 417. Subpart D—Glycerin Concentration Subcategory. Washington, DC. Доступно по адресу: <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 417. Subpart E—Glycerin Distillation Subcategory. Washington, DC. Доступно по адресу: <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

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

В ходе производства продуктов переработки масел возникает широкий диапазон веществ, получаемых путем физических и химических изменений натуральных масел и жиров, в том числе:

- жирные кислоты, получаемые разложением (расщеплением) молекулы триглицеридов на составляющие (то есть жирные кислоты и глицерин);
- биодизель, получаемый главным образом путем замещения (переэтерификации) глицерина метанолом в молекуле триглицеридов; а также
- глицерин – результат обработки водных растворов глицерина, получаемых в основном путем переэтерификации и расщепления.

Производство жирных кислот

Жирные кислоты, получаемые расщеплением натуральных масел и жиров, затем очищаются и модифицируются путем перегонки, фракционирования и гидрогенизации (рис. А.1). Жирные кислоты могут непосредственно использоваться в нескольких областях промышленности либо служить основой для широкого диапазона продуктов переработки масел, таких как сложные эфиры, амиды и металлические мыла.

Сырье

Сырьем служат растительные масла (главным образом соевое масло, пальмовое масло, рапсовое масло, подсолнечное масло, хлопковое масло и оливковое масло), которые составляют около 85% мирового производства жиров, в то время как основой остальных 15% сырья служат

жиры животного происхождения, такие как сало, лярд, сливочное масло, жир домашней птицы и рыбий жир⁹.

Все большее количество продуктов переработки масел производится из высококачественных жиров, однако сырьем для производства продуктов переработки масел служит и низкокачественное сырье, такое как полуочищенные или рециркулированные масла и остатки после рафинирования жиров.

Производственные операции

Предварительная обработка жиров и масел

Крайне важно удалить примеси, присутствующие в сырье, такие как продукты разложения протеинов, зола, мыла, слизистые вещества и красящие пигменты. Для получения высококачественных продуктов переработки масел обычно осуществляется предварительная обработка путем фильтрации сырья изменяемым количеством (0,1–2,0%) активированной отбеливающей земли (диатомовой земли). Отработанная фильтрационная глина, содержащая до 40% жирового материала, представляет собой основные твердые отходы производства жирных кислот.

Фракционирование жиров и масел

Процесс фракционирования может быть применен к маслам и жирам (широко используется для пальмового масла), а также к жирным кислотам после расщепления (см. ниже). Фракционирование позволяет разделить сырье на две фракции: более жидкую фракцию (с большим содержанием ненасыщенных жиров или жирных кислот, имеющих большую рыночную стоимость) и более твердую фракцию

⁹ Inform, April 2006, Volume 17(4).

(с большим, чем у сырья, содержанием насыщенных жиров или жирных кислот).

Фракционирование основано на частичной кристаллизации жира, полученного контролируемым охлаждением. Широко используются три технологии фракционирования: сухое фракционирование, или демаргаринизация, мокрое фракционирование и сольвентное фракционирование.

При сухом фракционировании кристаллы отделяются фильтрацией от жидкой фазы, а при мокром фракционировании используется раствор поверхностно-активного вещества, служащий смачивающим реагентом для кристаллов, отделяемых на центрифуге. Растворители (обычно гексан или ацетон) используются при сольвентном фракционировании в качестве среды для кристаллизации и отделения твердой фракции. И смачивающие реагенты, и сольвенты рекуперированы и повторно используются в этом процессе. Чистота получаемых фракций, а также капитальные затраты и издержки производства ниже всего для сухого фракционирования, выше всего для сольвентного, а мокрое фракционирование занимает промежуточное место¹⁰.

Расщепление

В процессе расщепления жиры и масла гидролизуются с образованием свободных жирных кислот и глицерина. Как правило, расщепительные установки могут работать в непрерывном и в периодическом процессе при температурах 210–250°C и давлении пара 20–40 бар без катализаторов¹¹. Чтобы добиться большей отдачи при расщеплении (свыше 97%), глицериновую (пресную) воду непрерывно отделяют от жировой фазы. Сырые жирные

кислоты выпускаются под атмосферным давлением, а получаемые пары конденсируются водяными распылителями. Получающуюся в результате воду после отделения плавающего жира сбрасывают. Затем сырые жирные кислоты обезвоживают и направляют в перегонную установку. Пресные воды, содержащие до 20% глицерина, осаждаются из остающихся жиров и могут быть очищены легким известкованием и фильтрованием, после чего они дополнительно обрабатываются для получения глицерина.

Гидрогенизация

Процесс гидрогенизации может проводиться до или после расщепления. Гидрогенизация представляет собой реакцию между водородом и этиленовой двойной связью ненасыщенного жира в присутствии катализатора. Получаемый насыщенный (гидрогенизированный) жир характеризуется большей стабильностью и более высокой температурой плавления. Как правило, процесс гидрогенизации проводится при температуре в пределах от 180 до 250°C и давлении водорода 10–25 бар в присутствии тонко измельченного никелевого катализатора, расположенного на силикагеле или диатомовой земле¹².

Это реакция является экзотермической, и выделяющееся тепло рекуперировано и используется для предварительного подогрева жира. Полученный гидрогенизированный жир фильтруют, а фильтрационные кеки отработанного катализатора (высушенного азотом ввиду его пирофорных свойств) собирают и отправляют в производство катализаторов для регенерации. Для удаления следов никеля (никелевых мыл) может понадобиться дальнейшая очистка (пострафинирование) путем фильтрования с помощью активированных отбеливающих земель.

¹⁰ G. Dieckelmann and H.J. Heinz, 1989. AOCs. Inform, May 2006, Volume 17 (5).

¹¹ G. Dieckelmann and H.J. Heinz, 1989.

¹² Bailey's Industrial Oil and Fat Production, 1985.

Перегонка и фракционная перегонка жирных кислот

Сырые жирные кислоты, поступающие с расщепительных установок, содержат 2–5% неполных глицеридов, олигомеров, неомыляющегося вещества и продуктов окисления. Перегонные установки, обычно работающие при температурах от 160 до 250°C и давлении 2–20 мбар, дают светлые жирные кислоты, легкие фракции и остатки. Легкие фракции конденсируют и собирают для дальнейшей обработки и удаления. Остатки непрерывных процессов еще содержат некоторый процент жирных кислот и могут быть либо использованы для производства низкокачественных продуктов, либо подвергнуты повторному гидролизу и повторной перегонке партиями. Полученные пеки собирают для рециркуляции и/или удаления. Колонны для перегонки жирных кислот дают несколько фракций жирных кислот, что определяется различным давлением их паров. Жирные кислоты тоже можно фракционировать частичной низкотемпературной кристаллизацией.

Производство глицерина

Глицерин животного или растительного происхождения получают разделением триглицеридов животных или растительных жиров путем расщепления, переэтерификации или сапонификации. Водные растворы глицерина очищают, концентрируют и перегоняют (рис. А.2), чтобы выполнить требования различных рыночных спецификаций, после чего они могут использоваться для получения других продуктов переработки масел, таких как моно- и диглицериды.

Сырье

На современных расщепительных установках получают глицериновые растворы, содержащие до 20% глицерина в воде ("пресные воды"). В результате процесса

переэтерификации получают концентрации глицерина до 85–90% и солей до 5%; извлечение избыточного метанола из раствора глицерина и его рециркуляция в процесс являются обычными для производителей биодизеля операциями. Отработанный щелочной глицерин, полученный в процессе сапонификации, имеет более низкое содержание глицерина (5–8%) и более высокую концентрацию солей (10–15%) и примесей.

Производственные операции

Предварительная обработка глицериновых растворов

Отработанные растворы мыльного щелока и глицерина, поступающие после расщепления или переэтерификации низкосортных или рециркулированных жиров, обрабатывают коагулирующими солями, такими как сульфат алюминия или хлорид железа, кислотами и известью, чтобы удалить примеси (например, мыла, продукты разложения протеинов, жирные кислоты или сложные эфиры, золу и волокна). Затем их фильтруют, пропуская через активированную глину или активированный уголь. Как правило, пресные воды и растворы переэтерификации содержат меньше примесей и нуждаются лишь в легком известковании с последующей корректировкой pH и фильтрованием.

Глицериновые растворы можно также очищать в ходе ионообменного процесса. Этот процесс используется главным образом для растворов, содержащих малые концентрации солей и мыл, которые после очистки могут достигнуть концентраций более 99,5% в результате испарения, минуя операцию перегонки. Смолы реактивируют кислотами и каустическими растворами, которые перед удалением необходимо нейтрализовать.

Испарение

Отработанный мыльный щелок и пресные воды обрабатывают при пониженном давлении и высокой температуре в многоступенчатых испарителях, где концентрации глицерина достигают 90%. Дистиллированную воду конденсируют и сбрасывают. После отбеливания активированным углем 90-процентный глицерин можно продавать как глицерин технического качества либо еще раз перегнать.

Перегонка

Глицериновые растворы, полученные в результате переэтерификации и испарения и содержащие до 90% глицерина, перегоняют в насадочных колоннах, где сильнокипящие и слабокипящие примеси разделяют и получают чистый глицерин (концентрации более 99,5%). В случае если глицерин имеет высокое содержание солей (таких, как отработанный щелок или глицерин биодизеля), устройство для отжима солей позволяет уменьшить содержание тяжелых фракций, которые в зависимости от содержания в них глицерина можно дополнительно очистить для других целей (например, получения удобрений) либо удалить. Легкие фракции, представляющие собой водные растворы, содержащие небольшое количество глицерина (10–30%) и следы жирных кислот и сложных эфиров, можно рециркулировать в производственный процесс после обработки известью и кислотой, фильтрации и испарения. Для фармацевтических нужд дистиллированный желтоватый глицерин обычно отбеливают активированным углем.

Производство биодизеля

Биодизель представляет собой моноалкиловые эфиры длинноцепочечных жирных кислот¹³. В основном биодизель

¹³ См., например, EU EN 14214, EN 14213 и ASTM 6751-06.

получают прямой реакцией (переэтерификацией) масел и жиров растительного и животного происхождения с метанолом ископаемого происхождения (рис. А.3), однако можно использовать и другие спирты (например, этанол, изопропанол). Получаемые продукты представляют собой сложные метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) и глицерин. МЭЖК являются также основой для других важных продуктов переработки масел, в том числе жирных спиртов (производство поверхностно-активных веществ).

Сырье

Натуральные масла и жиры растительного происхождения широко используются в качестве исходных материалов. Чаще всего используются рапсовое масло, соевое масло, пальмовое масло, подсолнечное масло и хлопковое масло. Могут также использоваться жиры животного происхождения, такие как сало и лярд. Большинство производственных предприятий используют несколько видов исходных материалов и могут также принимать масла более низкого качества, такие как использованные масла для жарки или нерафинированные масла. В процессе этерификации используются жирные кислоты животного или растительного происхождения.

Главным требованием к метанолу является отсутствие воды, которая мешает реакции переэтерификации. Этанол, который может использоваться в процессе переэтерификации вместо метанола, образует азеотроп с водой, способный затруднить его извлечение и рециркуляцию во время технологического процесса.

Производственные операции

Предварительная обработка

Для процессов переэтерификации обычно требуются исходные материалы с очень низким содержанием свободных жирных кислот. Жиры и масла нейтрализуют

химическим или физическим рафинированием или этерификацией. Исползованные масла для жарки, животные жиры и масла с большим содержанием кислот обычно этерифицируют метанолом и кислотным катализатором; удаляют воду реакции и нейтрализуют кислотный катализатор гидроксидом натрия или калия, после чего переходят к переэтерификации. Потоки жирных кислот, поступающие после физического рафинирования, тоже могут быть этерифицированы¹⁴.

Синтез сложных метиловых эфиров путем переэтерификации

Переэтерификацию жиров и масел метанолом осуществляют, как правило, с основными катализаторами (например, гидроксидом натрия, гидроксидом калия и метилатом натрия) при 60–70°C и нормальном давлении, хотя реакцию можно проводить и при более высоких температуре и давлении. Равновесие реакции смещается на производство сложных эфиров избытком метанола и осаждением глицериновой фазы на дне реактора. После окончания реакции смеси позволяют осесть либо разделяют ее на центрифуге.

Очистка сложных метиловых эфиров и глицерина

Избыток спирта удаляют испарением из обеих фаз, а затем конденсируют и рециркулируют. Сложный эфир промывают кислой водой для удаления следов катализатора, мыл, а также остаточного метанола и глицерина, а затем просушивают. Промывочную воду можно собрать в потоке глицерина. Затем глицериновую фазу нейтрализуют минеральными кислотами, обычно хлористоводородной кислотой; если используются гидроксид калия и фосфорная кислота, то получаемая соль будет представлять ценность как удобрение. Жирные кислоты, получаемые

нейтрализацией мыл, можно рекуперировать и повторно этерифицировать; после этого сырой глицерин пересылают на установки перегонки глицерина.

Синтез сложных метиловых эфиров путем этерификации

Жирные кислоты можно превратить в МЭЖК путем этерификации с метанолом в присутствии кислотного катализатора. Перед сбросом техническую воду очищают от избыточного метанола, используемого в реакции. Противоточные установки непрерывного действия создают потоки сложных метиловых эфиров с выходом 99% и более.

Перегонка

Сырые сложные метиловые эфиры, особенно поступающие со значительно разложившегося исходного материала, можно перегнать, чтобы удалить сильно- и слабокипящие примеси и тем самым выполнить нормативные требования.

¹⁴ Biorenewable Sources, August 2006, Volume 2.

Рисунок А-1. Производство жирных кислот

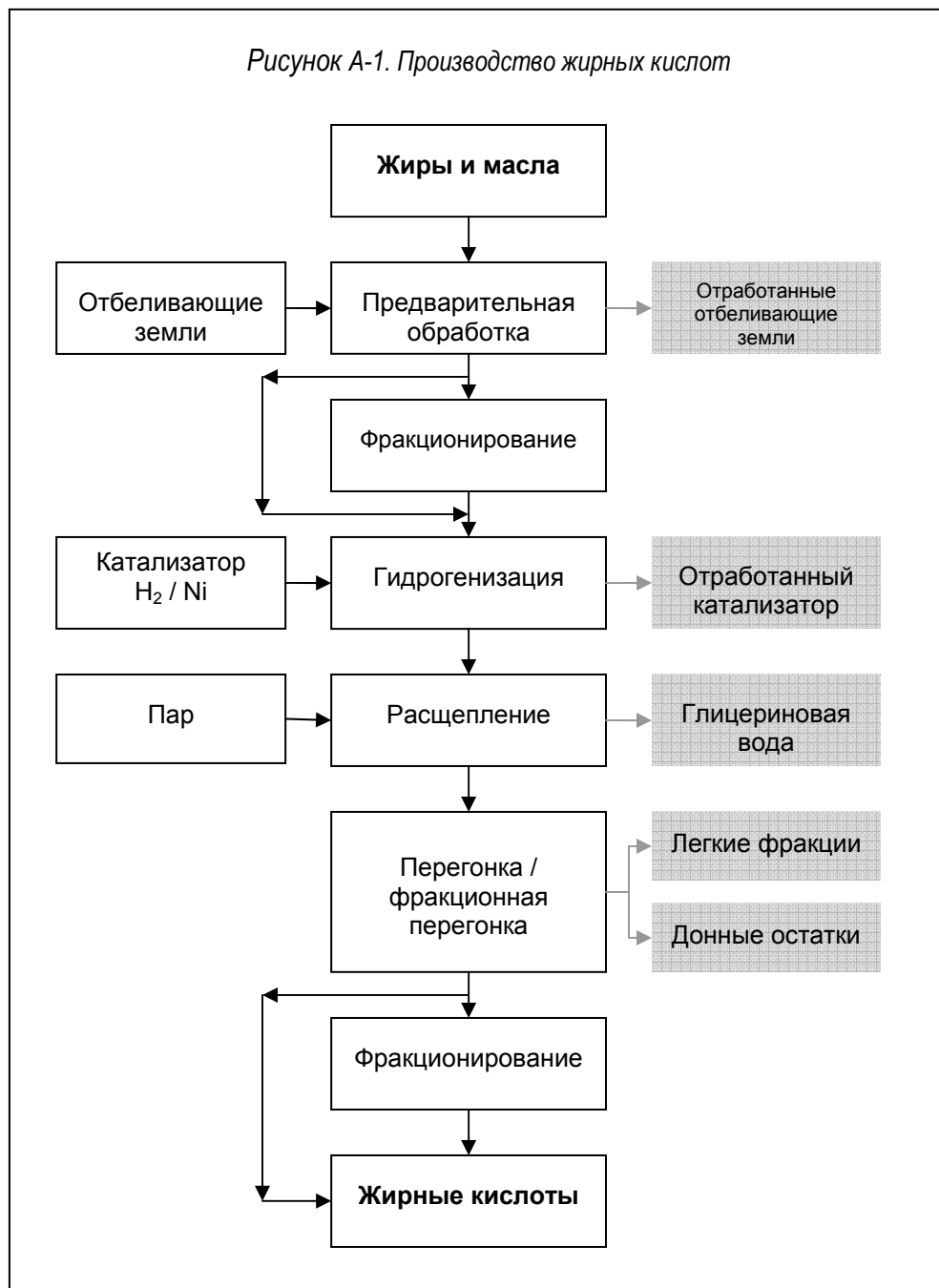


Рисунок А-2. Производство глицерина

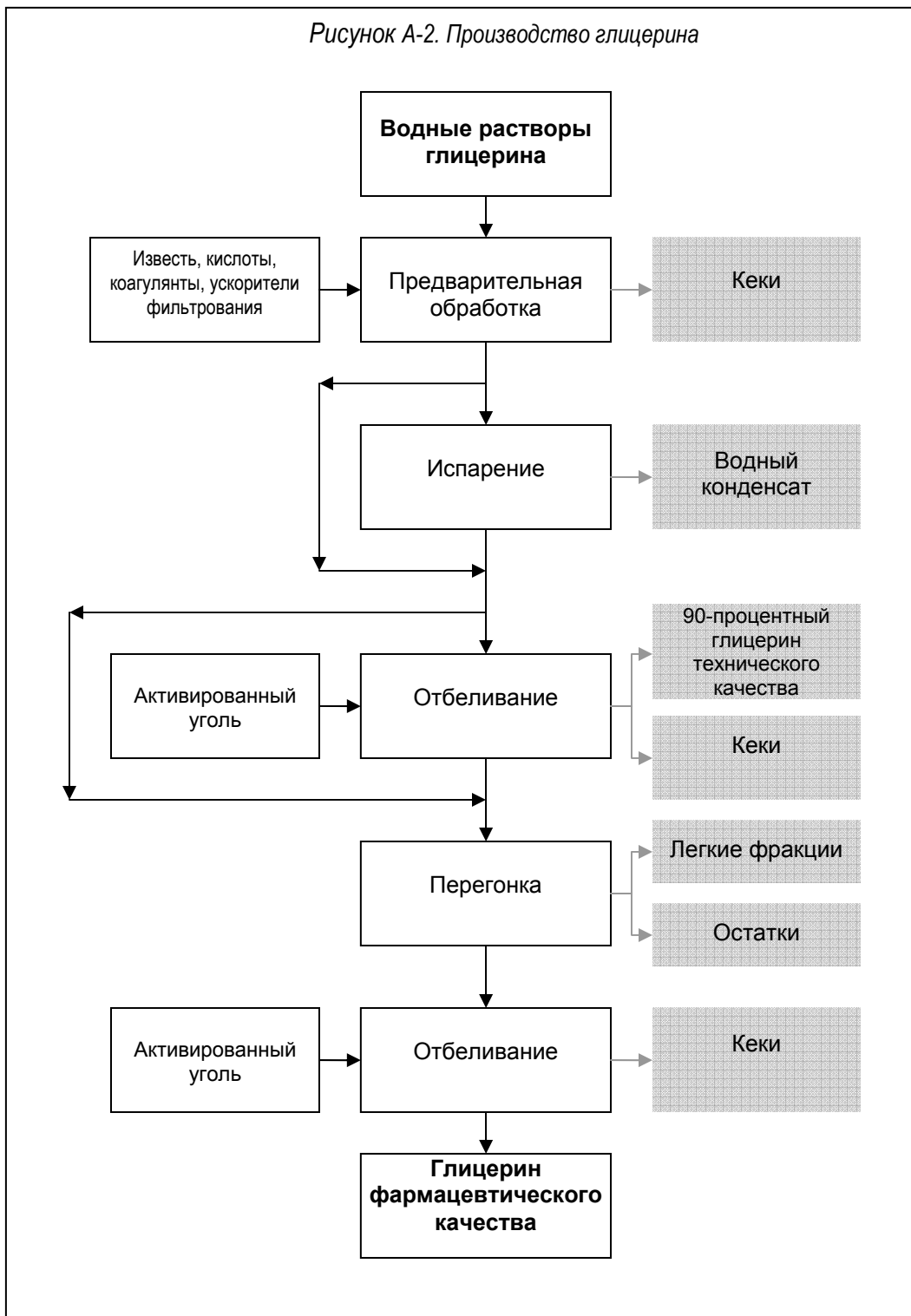


Рисунок А-3. Производство биодизеля

