



УДК 504.75.06

**Наумов Виктор Степанович**, профессор, д.т.н., зав. кафедрой охраны окружающей среды и производственной безопасности

Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Полянина Ирина Николаевна**, аспирант кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Советкина Серафима Андреевна**, магистрант кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Золкина Виктория Павловна**, магистрант кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ УТИЛИЗАЦИИ СУДОВ

*Аннотация. Оценка факторов, таких как развитие техники, рост производственной деятельности, потребление сырья, энергии и скорость образования отходов, привела к выводу, что дальнейшее развитие не может осуществляться на основе привычных промышленных процессов без учета экологических рисков и требует принципиально новых стратегий. Одна из этих стратегий получила название «чистое производство». В этой статье проводится анализ возможностей применения концепции чистого производства для утилизации судов.*

*Ключевые слова: чистое производство, утилизация судов*

Информированность общества о воздействии промышленной деятельности на окружающую среду начала расти и быстро распространяться в начале 1960-х годов. Первоначальная реакция на решение экологических проблем, возникающих благодаря промышленной деятельности, была в контроле и обработке выбросов загрязняющих веществ. На тот момент эта стратегия, которая приобрела название - «конец трубы», оказалась предпочтительнее, чем определение методов предотвращения выбросов загрязняющих веществ. Большое количество исследований в этой области показало, что предотвращение загрязнения лучше, чем контроль, и воздействие на окружающую среду следует рассматривать с точки зрения разработки конечного продукта и самого процесса его производства. Это привело к развитию нескольких подходов к управлению окружающей средой: предотвращение загрязнения, чистое производство (ЧП),

*Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава,  
аспирантов и студентов*

*Секция I Технические и экологические аспекты эксплуатации флота, водных путей и гидросооружений* 1

промышленная экология (ПЭ), оценка жизненного цикла (ОЖЦ) и экологическое проектирование. Одним из наиболее комплексных, систематических и эффективных инструментов управления окружающей средой подходов считается чистое производство. Причиной этого является его гибкость, применимая к любым процессам и продуктам, и его способность предоставлять решения, специфичные для каждого отдельного случая.

Термин чистое или безотходное производство был разработан в 1989 году экспертной рабочей группой как рекомендация для Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП). Чистое производство характеризуется непрерывным и полным применением к процессам и продуктам природоохранной стратегии, предотвращающей загрязнение окружающей среды таким образом, чтобы понизить риск для окружающей среды. Оно применимо в любой отрасли, к любым продуктам в течение всех этапов жизненного цикла продукта или процесса, предоставляемым в обществе, но на практике применяется, в основном, для производственных или сервисных компаний.

В основе организации и развития экологически чистого производства (далее - ЧП) лежат принципы:

1. системности, в соответствии с которым учитывается существующая взаимосвязь производственных, социальных и природных процессов;
2. комплексного использования ресурсов (требует максимального использования всех компонентов сырья, сопутствующих элементов, максимально возможной замены первичных сырьевых и энергетических ресурсов на вторичные);
3. цикличности материальных потоков (замкнутые циклы), что должно привести (в идеале) к формированию организованного и регулируемого техногенного круговорота вещества и связанных с ним превращений энергии;
4. ограничения воздействия производства на окружающую природную среду (атмосферный воздух, воду, поверхность земли, рекреационные ресурсы и здоровье населения), что в первую очередь связано с планомерным и целенаправленным ростом объемов производства и его экологического совершенства;
5. рациональности организации производства, что предполагает оптимизацию производства одновременно по энерготехнологическим, экономическим и экологическим параметрам [1].

Применение этих принципов делает возможным предприятиям снизить воздействие на человека и окружающую среду, а также повысить производительность за счет сокращения потерь сырья, энергии и других ресурсов, что, в свою очередь, приносит им финансовую выгоду.

Более чистое производство - это очень широкая концепция, которая предоставляет методы, которые можно использовать для разработки подходящих стратегий для отрасли в целом или конкретного предприятия. Мировой опыт показывает, что внедрение ЧП при утилизации судов может быть экономически выгодно собственникам, как судна, так и утилизирующего предприятия.

К преимуществам чистого производства относят: сокращение выбросов, сбросов загрязняющих веществ, уменьшение количества отходов, ресурсоемкости производства; уменьшение риска для здоровья персонала, улучшение условий труда на рабочем месте, повышение безопасности рабочего места; сокращение затрат на сырье, энергию, топливо, воду, на очистку сточных вод, пыле- и газообразных выбросов, утилизации отходов, транспортных расходов, уменьшение экологических платежей и штрафов, повышение цен на продукцию в связи с улучшением ее качественных характеристик, рост прибыли.

Основываясь на преимуществах предприятий, использующих чистое производство, можно говорить, что использование ЧП может помочь в улучшении отрасли утилизации судов в целом. Улучшение в деловой и экологической эффективности для производственных предприятий преимущественно обусловлено разумным использованием природных ресурсов как результатом эффективного управления материальными и энергетическими потоками. Однако в случае завода, утилизирующего

суда никакие природные ресурсы или сырье не используются. Вместо этого судно в конце срока службы, являясь конечным продуктом, выступает в качестве ресурса. Поэтому подход ЧП должен быть изменен соответственно.

Процесс утилизации судна влияет на окружающую среду в большей степени, чем материалы, создающиеся в результате, и тот факт, что концепция ЧП может быть применена непосредственно к процессу, является интересным.

Зарубежными учеными выделяются [2] основные критерии ЧП - сокращение отходов, повторная переработка и модификация продукта.

Сокращение отходов достигается внедрением эффективного менеджмента, т.е. изменением материальных ресурсов, управлением процессами на производстве, модификации оборудования и изменений технологии и т.д. Кроме того, эффективный менеджмент – это обеспечение стандартизированных процедур и операции, в т.ч. технического обслуживания, деятельности предприятия и способ предотвращения утечек и разливов опасных веществ.

Внедрение эффективного менеджмента на предприятии, в первую очередь, направлено на снижение потерь сырья, в том числе - путем предотвращения утечек и разливов. В случае утилизации судна предотвращение потерь сырья - главная цель. Каждый элемент судна (метал, оборудование и т.д.) – это будущий доход. А, предотвращение разливов и утечек во время процесса утилизации судов просто необходимо для предотвращения рисков окружающей среде. Применение Гонконгской конвенции (НКС) [3] и Регламента ЕС об утилизации судов (РЕСУС) [4] в Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 30000:2013 [5] помогает утилизирующим предприятиям достигнуть эффективного менеджмента путем введения обязательных процедур и внутренних документов: плана предприятия по утилизации судов (ППУС) и плана утилизации судна (ПУС). ППУС должен включать процедуры по предотвращению и контролю случайных разливов и утечек нефтепродуктов, оказывающих неблагоприятное воздействие на окружающую среду [6-8].

Судно в процессе утилизации выступает основным исходным материалом. Оно неизменно содержит опасные материалы, такие как асбест, полихлорированный дифенил, тяжелую нефть, шлам, тяжелые металлы и другие подобные материалы [9-10]. Эти материалы представляют опасность для здоровья человека, а также для окружающей среды. Предприятия, утилизирующие суда, не могут контролировать ни сложность судна, ни опасные материалы, которые в нем содержатся. Но имея перечень опасных материалов, находящихся на судне, предприятие минимизирует возможные риски. В настоящий момент, составить данный перечень – обязанность судовладельца. Новые суда предполагается строить по технологии «проектирования с учётом возможностей повторного использования или утилизации». Эта концепция применяется при проектировании и создании продуктов, которые в дальнейшем легче и экологически безопаснее перерабатывать.

Управление технологическими процессами на производстве также должно быть направлено на достижение лучшего контроля за сбросами, выбросами опасных веществ и образованием отходов. Здесь необходим постоянный анализ процессов для выявления проблемных областей.

Изменение материальных потоков - это замена опасных или невозобновляемых ресурсов менее опасными или возобновляемыми материалами или материалами с более длительным сроком службы. Управление потоками материалов на предприятии – один из наиболее важных процессов при утилизации судов. Основная причина – экономическая выгода, состав материалов судна, стоимостные факторы проекта утилизации судна лежат в основе образования дохода предприятия. Стоимостные факторы включают в себя ресурсы (трудовые ресурсы, машины, оборудование, логистика и т. д.), необходимые для утилизации судна, количество отходов и стратегию управления ими. Поэтому анализ потока материалов (АПМ) - аналитический инструмент, используемый в инженерной

экологии, который фокусируется на анализе потока материалов внутри системы - считается идеальным для анализа и улучшения процесса утилизации судна.

Целью улучшения управлением процессами, модификации оборудования и изменения технологии на производстве также является минимизация отходов и выбросов в процессе производства.

Модификация оборудования также направлена на сокращение экологических рисков. Ее основная цель - обеспечение производственных процессов более высокой эффективностью и более низкими процентами образования отходов и выбросов. Например, замена кислородно-ацетиленовых газовых горелок для резки судового корпуса на использование методов холодной резки, таких как водоструйная резка.

Изменение технологии направлено на изменение процесса для уменьшения образования отходов от производства. Изменение технологии не влияет в значительной степени на количество образующихся отходов, кроме случаев, когда новая технология может снизить затраты на восстановление материала или преобразования в новый продукт. Например, новая технология переработки отходов в энергию, может использоваться для превращения отходов в новые продукты.

Второй основной метод – переработка, включающий также повторное использование, восстановление и утилизацию - можно разделить на переработку на месте, т.е. локально, и переработку за пределами предприятия (например, для производства новых продуктов).

Переработка на месте - способ использовать снова переработанные материалы в том же процессе или для другого полезного применения на этом же предприятии. Он направлен на переработку и повторное использование вводимого в производственный процесс материала и подходит для предприятий, где есть возможность использования отходов как сырья для других производственных процессов. Например, сортированные металлические отходы посредством производственных процессов, таких как плавка, литье и прокатка, могут быть повторно использованы внутри сталелитейного цеха.

Производство полезных побочных продуктов направлено на превращение ранее использованных материалов (отходов) в материалы, которые могут быть снова использованы вне предприятия. Производство продуктов из вторичного сырья далеко не ново, но идей такого преобразования не становится меньше. Использование побочных продуктов от одного промышленного предприятия другим поддерживает экономию ресурсов. Наиболее известным примером такого промышленного симбиоза является Калуннборгский Симбиоз - промышленный комплекс в Дании. Экономическая и техническая целесообразности должны быть проанализированы перед использованием такой технологии. Основными отходами процесса утилизации судна считаются: лом металлов (черных, цветных), детали машин, электрическое и электронное оборудование, минералы, пластмассы, деревянные детали, жидкости, химикаты и газы и др.

Последний выделенный метод концепции чистого производства - «модификация продукта». Модификация продукта подразумевает изменение характеристик продукта для минимизации воздействия продукта на окружающую среду во время или после его использования или для минимизации воздействия его производства на окружающую среду. Он рассчитан на минимизацию воздействий на окружающую среду продукта в течение всех этапов его жизненного цикла, включая производство, использование и переработку. В случае утилизации судов стальной лом является основным продуктом, который обычно порождает новое стальное изделие или переработанное или переплавленное. Это потребляет меньше энергии, чем обычная процедура производства стальных изделий из сырья. Поэтому существует не так много возможностей, уменьшающих воздействие на окружающую среду при модификации продукта. Тем не менее, этот вариант открывает другие перспективы в отрасли утилизации судов, которые описана ниже.

Предприятие, утилизирующее суда, обычно производит два основных типа продуктов, то есть продукты многократного использования и продукты, пригодные для

переработки. Основная продукция завода по утилизации судов в категории продуктов, пригодных для переработки, включает в себя лом черных металлов и лом цветных металлов, а также такие предметы, как детали машин, двигатели, мебель и отработанное масло в категории продуктов многократного использования. Остальные материалы, полученные из корпуса судна, обычно списываются как отходы благодаря отсутствию рыночного спроса. Это включает в себя опасные материалы, такие как асбест, ПХД (полихлорированный дифенил) и другие материалы, которые не могут быть проданы для повторного использования или переработки.

Спрос на типы продуктов в разных странах отличается в зависимости от местных правил и использования продукта. Поэтому предприятия по утилизации судов должны модифицировать свою продукцию в зависимости от рыночного спроса и др. условий. Например, стальной (черный) лом, полученный с судна, можно классифицировать по шести категориям, а именно: перепокатанный лом, многоцветный лом, прокатный лом, стальной стержень и профиль, цельный столб и литое железо [11].

Большинство описанных выше методов являются производственными, так как они направлены на внесение изменений в практику и процедуры, придерживающихся на предприятии, за исключением проектирования с учётом возможности повторного использования, которая является судовой стратегией, так как она направлена на изменение способа проектирования и постройки судов.

Результаты оценки методов чистого производства показывают, что улучшение планирования процесса утилизации судна может быть выполнено по реализации процедур эффективного менеджмента, в том числе плана предприятия по утилизации судов и плана утилизации судна. Это поможет утилизирующим предприятиям планировать процесс утилизации судов таким способом, чтобы снизить затраты. Использование АМП (анализ материальных потоков) в контексте утилизации судов и роль, которую он может сыграть в снижении затрат для процесса утилизации судов подробно рассмотрены в исследовании «Material flow analysis (MFA) as a tool to improve ship recycling» [12].

Оценка результатов позволяет предположить, что цель увеличения доходов от процесса утилизации судов может быть достигнута путем установки оборудования по выработке энергии с использованием отходов на заводах, утилизирующих суда, так что дополнительная величина прибыли может быть получена при продаже продуктов, созданных из отходов. Некоторая сумма из накоплений может также быть сделана из-за снижения затрат на утилизацию отходов посредством переработки отходов в энергию и другие полезные продукты. Предприятия, утилизирующие суда, могут принять решение предложить часть этих дополнительных доходов владельцам судов на условиях улучшения предложения цены на покупку судов в конце срока службы, что, в свою очередь, сделает такие заводы привлекательными для судовладельцев.

Снижение затрат на процесс утилизации судна может быть достигнуто использованием «технологии проектирования с учётом возможностей повторного использования или утилизации». Эта концепция направлена на строительство судов, которые не содержат опасных материалов и которые легко демонтировать. Улучшение судовой документации, которая может быть полезна во время стадии утилизации судов, таких как вес и описание материалов, используемых при постройке судна, также является важным аспектом этой концепции.

Анализ концепции чистого производства привел к выявлению трех методов, которые можно использовать для повышения конкурентоспособности «зеленой утилизации судов». Этими стратегиями являются: анализ материальных потоков для улучшения планирования процесса утилизации судов, технология переработки отходов в энергию для увеличения прибыли завода по утилизации судов и проектирование с учётом возможности повторного использования для снижения затрат на судно в процессе утилизации.

Реализация предложенных методов, вероятно, улучшит производственный процесс утилизации судов, продуктивность операций по утилизации и рентабельность эксплуатации экологически чистых предприятий.

Для подробного исследования и анализа необходима реализация предложенных стратегий на предприятии, утилизирующем суда, для повышения их конкурентоспособности.

### **Список литературы:**

1. Кривошеин Д.А., Дмитренко В.П., Федотова Н.В. Основы экологической безопасности производств//Издательство "Лань" – 2015. – 336 с.
2. El-Haggar SM Chapter 2—cleaner production, sustainable industrial design and waste management//Academic Press, Oxford – 2007 - pp 21–84.
3. Гонконгская международная конвенция по безопасной и экологически рациональной утилизации судов 2009 года с руководствами по ее осуществлению//Лондон : Международная морская организация - 2013. – VIII – 199 с.
4. Регламент Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 1257/2013 от 20 ноября 2013 г. об утилизации судов и об изменении Регламента (ЕС) 1013/2006 и Директивы 2009/16/ЕС. Режим доступа <https://base.garant.ru/70723166/>
5. ГОСТ Р ИСО 30000:2013 «Суда и морские технологии. Системы менеджмента утилизации судов. Технические требования к системам менеджмента предприятий по безопасной и экологически рациональной утилизации судов». Режим доступа <https://base.garant.ru/71424858/>
6. Пластинин, А.Е. Идентификация событий при разливах нефти с судов // Речной транспорт (XXI). – 2016. – № 1 (77). – С. 52–56.
7. Пластинин А.Е. Оценка влияния различных факторов на процессы ликвидации разлива нефти в условиях внутренних водных путей // В сборнике: ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ Сборник статей заочной Международной научно-практической конференции. Воронежский филиал Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), кафедра "Техносферная безопасность". – 2013. – С. 214–222.
8. Пластинин А.Е., Горбунов В.С. Оценка ущерба при разливах нефти на водных объектах // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2012. – № 33. – С. 53-59.
9. Пластинин А.Е. Исследование распределения массы компонентов различного класса опасности по районам судна, подлежащего утилизации // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2006. – № 18. – С. 142–145.
10. Пластинин А.Е. Оценка размера вреда, причиненного почве, при разливах нефти с судов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 3 (31). – С. 74-83.
11. Jacobsen NB Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: a quantitative assessment of economic and environmental aspects//J Ind Ecol 10:239–255. doi:10.1162/108819806775545411– 2006
12. Jain KP, Pruyun JFJ, Hopman JJ, , Material flow analysis (MFA) as a tool to improve ship recycling. Ocean Eng 130:674–683. doi:10.1016/j.oceaneng.2016.11.036 – 2017

## **APPLICATION OF THE CONCEPT OF CLEAN PRODUCTION IN SHIP RECYCLING**

Victor S. Naumov, Irina N. Polyamina, Serafima A. Sovetkina, Victoria P. Zolkina.

*An assessment of factors such as the development of technology, the growth of production activity, the consumption of raw materials, energy and the rate of waste generation, led to the conclusion that further development cannot be carried out on the basis of familiar industrial processes without taking into account environmental risks, and requires fundamentally new*

---

*Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов*

*strategies. One of these strategies is called Cleaner Production. This article analyzes the possibilities of using the concept of clean production for ship recycling.*

*Keywords: cleaner production, ship recycling processes.*