

## АНАЛИЗ РЕЦИКЛИНГА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ КАК ЧАСТИ УТИЛИЗАЦИИ МОРСКИХ СУДОВ

Пизинцали Л. В., Александровская Н. И.

### 1. Введение

Стремительное развитие мировой экономики в течение последних десятилетий привело к значительному сокращению жизненного цикла сложных технических систем. Аналогичный тренд наблюдается и в мировом судоходстве. Так, если еще недавно многие судоходные компании с успехом эксплуатировали суда возрастом 30 лет и более, то сегодня, по данным Скандинавского банка DANISH SHIP FINANSE [1], средний возраст судов, отправляемых на утилизацию, составляет уже 26 лет. В 2017 г. были отмечены случаи продажи на металлолом судов моложе 10 лет. В 2017 г. было утилизировано примерно 1 тыс. судов, а, по прогнозам, к 2020 г. их количество возрастет до 3 тыс. судов в год. Согласно резолюции А.962(23) ИМО (International Maritime Organization), утилизация является наилучшим вариантом удаления всех отслуживших срок судов.

Проблемы цветной металлургии в Украине невозможно решить только за счет поставок сырья для производства цветных металлов. Как показывает мировой опыт, экономически эффективным и экологически безопасным является развитие металлургического производства на основе использования вторичного сырья. Специалисты, занимающиеся изучением оборота металлов, уже давно пришли к выводу, что количество первичных природных ресурсов, необходимых для производства металлов, ограничено. Поэтому получение из металлоотходов вторичных материалов – реальная необходимость для дальнейшего развития экономики Украины [2, 3]. Сырьевой базой для этого являются колоссальные ресурсы амортизационного лома, которые могут быть вовлечены в оборот в процессе будущего широкомасштабного обновления устаревших основных фондов всех сфер хозяйства, в том числе водного транспорта. Кроме того, важно отметить, что производство металла с использованием металлического лома – это не только экономическая выгода, но и забота об окружающей среде. Например, при использовании лома черных металлов в сталелитейном производстве, выбросы в окружающую среду в два раза меньше, чем при использовании железных руд и кокса.

Очевидно, что одним из важных аспектов здесь является утилизация судового лома. Сейчас лом не рассматривается большинством предприятий Украины как отдельная марка металлолома, тогда как во всем мире судовой лом является отдельной статьей в поставках черного лома [4].

Вторичной переработке чаще всего подвергаются цветные и черные металлы. Таким образом, рециклинг – это современные экологичные технологии плюс реальная экономия [5].

При утилизации морских судов в первую очередь выбирают цветные металлы и их сплавы. Поэтому актуальным является исследование рециклинга цветных металлов при утилизации морских судов, который является основным направлением роста металлосбора и сырья для цветной металлургии.

## **2. Объект исследования и его технологический аудит**

*Объект исследования* – процессы рециклинга цветных металлов при утилизации морских судов.

Судно является сложным инженерным сооружением и, когда наступает момент принятия решения о прекращении эксплуатации, оно становится отходом.

Рециклинг – это процесс возвращения полезного отхода в жизненный круговорот, который объединяет множество процессов, связанных с повторной переработкой и выделением полезных компонентов из бытовых и промышленных отходов [5]. Рециклингом называют:

1. Повторное полезное использование.
2. Изготовление из вторичного сырья новых материалов и товаров.
3. Выделение из отходов полезных фракций и утилизация того, что признано невозвратными отходами.
4. Получение энергии от сжигания или пиролиза промышленного и бытового мусора

Таким образом, рециклинг отходов является частью того, что называют утилизацией. В современном мире он становится все более перспективным, так как природные ресурсы планеты близки к истощению. В развитых странах мира рециклингом отходов занимаются давно и серьезно, над разработкой эффективных технологий работают лучшие лаборатории, в обществе меняется взгляд на отходы, как конечный продукт использования.

В Украине рециклинг является пока новым понятием, хотя ситуация начала меняться – государство обратило внимание на экономическую прибыль, которую может дать возвращение в оборот ценных компонентов отходов.

В Европе переработкой и повторным использованием отходов начали активно заниматься еще в 90-х годах, и сегодня имеют мощную перерабатывающую индустрию, которая активно развивается. Экономическим стимулом развития является то, что использование вторичного сырья, в частности от утилизации морских и речных судов, позволяет увеличить эффективность вложений, чем применение первичных ресурсов. Переработка и повторное использование отходов позволяет существенно снизить загрязнение вод и выбросы различных вредных веществ в атмосферу.

Одним из наиболее проблемных мест является отсутствие современных экологических утилизационных предприятий в Украине.

## **3. Цель и задачи исследования**

*Цель исследования* – показать важность и перспективность использования вторичного сырья лома цветных металлов, полученного при утилизации судов, для металлургического производства Украины.

Для достижения поставленной цели необходимо решить такие задачи:

1. Проанализировать основные свойства цветных металлов и сплавов, применяемых при постройке морских судов, и указать их использование в конструкции судна.

2. Проанализировать потенциальных потребителей цветных металлов и сплавов как вторсырья в Украине.

3. Проанализировать мировое производство меди и показать его динамику.

4. Проанализировать существующую систему оценки экономической эффективности использования в производстве новых технологий, изобретений и рационализаторских предложений в Украине.

#### **4. Исследование существующих решений проблемы**

Среди основных направлений решения проблем, возникающих при утилизации морских судов, могут быть выделены:

– проблемы развития утилизации (рециклинга металлов) морского транспорта [1–5]. В частности, в работе [1] показана динамика роста флота за 2000–2016 гг., распределение заказов по странам, цены постройки судов. Также рассмотрены вопросы, связанные с проблемой утилизации морского транспорта, предпосылки создания утилизационного предприятия и вопросы влияния лома на современное производство металлов [2]. Проведен анализ состояния законодательного, организационного и технологического уровней утилизации судов в Украине, определены перспективы развития предприятия на базе имеющихся судостроительных и судоремонтных заводов юга Украины [3]. Авторами [4] разработана современная методика проведения перспективного анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия-утилизатора. В работе [5] указано на важность проблемы, связанной с управлением отходами производства. Концепция системы управления отходами включает в себя разработку комплекса мероприятий, направленных на повышение технического уровня переработки отходов посредством создания предприятий, деятельность которых направлена на использование в своем производстве вторичных ресурсов;

– вопросы необходимости и значения рециклинга металлов [6–9]. К примеру, в работе [6] отмечено, что количество первичных ресурсов необходимых для производства металлов, ограничено. Получение из металлолома вторичных материалов – реальная необходимость для дальнейшего развития экономики. Показана динамика расхода лома металлургии в Украине, странах ЭС и США [7]. Обращено особое внимание на остроту проблемы рециклинга отходов производства, поиска новых научно-технических и организационно-экономических, законодательных решений в этой сфере [8]. Дана оценка ежегодно реализуемого в России и Украине объема металлопродукции, подчеркнуто, что Украина производит медь только из лома [9];

– вопросы экономической обоснованности рециркуляции [10, 11]. Показано, что рециркуляция является хорошей политикой только в том случае, если воздействие на окружающую среду и ресурсы, используемые для сбора и переработки материала, меньше, чем воздействие на окружающую среду и ресурсы, необходимые для обеспечения девственного материала [10]. А также

показаны потенциальные синергетические преимущества, полученные из интегрированной системы качества окружающей среды и качественных преимуществ с использованием сертификатов ISO 9000 и 14000 [11];

– вопросы применения современных, экологически безопасных технологий утилизации судов [12–15]. Автором [12] предложена модель системы экологического менеджмента утилизационного предприятия на основе цикла Шухарта-Деминга. А также разработан метод формирования эффективного портфеля проектов организации с учетом ограничений по значениям степени загрязнения атмосферы, морской воды и сточных вод от реализации того или иного проекта. Рассмотрены вопросы подготовки «зеленого паспорта», содержащего информацию о потенциально опасных и используемых в конструкции судна материалах [13]. Дана оценка экологической опасности при хранении судов на основе анализа экологического риска [14]. Рассмотрены вопросы выброса парниковых газов при утилизации металлов, величина которых зависит от выбора технологий, энергии, используемой в процессе восстановления металла [15];

– исследование экологических стратегий по управлению отходами [16–19]. Авторами [16] представлен обзор методов, используемых для поддержки решений по управлению отходами. Указано, что различные методы могут быть описаны как методы системного анализа. Однако также ясно, что исследования всегда будут открыты для критики, поскольку они упрощают реальность и включают неопределенности. Авторами [17] проведен анализ экологического входа-вывода и показано его применение к региональному планированию управления твердыми отходами. Отмечено, что модель может отражать прямое и косвенное влияние регионального производства твердых отходов и конкретные отношения с развитием региональной экономики. Авторами [18, 19] представлены результаты исследования процессов институциональных и технологических преобразований в секторе утилизации вторичного металлургического сырья. А также рассмотрены вопросы создания и тенденций развития национальной системы рециклинга вторичных металлургических ресурсов;

– способы утилизации и переработки промышленных отходов [20–23]. Рассмотрены основные существующие и перспективные способы утилизации и переработки промышленных отходов и дано понятие промышленных отходов [20]. А также рассмотрена их классификация по различным критериям и возможности комплексного использования отходов промышленности как в целом в промышленности, так и на примере металлургического, топливно-энергетического и химического комплексов. Охарактеризованы способы утилизации и переработки. Показаны перспективы и возможности новых высоких технологий в рециклинге алюминия (например, использование низкотемпературной плазмы, ультразвука) [21]. Автор [22] обращает внимание на применение и других технологий – на процессы высокотемпературной обработки, введения в металл нетрадиционных добавок и др. Указывает, что переработка металлов чаще всего позиционируется как эффективный способ решения проблемы дефицита природных ресурсов и снижения экологических воздействий, связанных с добычей металла. Однако доступных данных,

касающихся производительности процесса переработки на сегодняшний день существует сравнительно немного, что в большей степени затрудняет оценку запасов вторичных ресурсов. В работе [23] описывается современное положение в механизме управления сектором промышленности, отвечающим за переработку вторичных ресурсов, в различных странах, рассматриваются различные концепции совершенствования механизма;

– тенденции и перспективы развития рециклинга металлов [24–28]. В [24] дан краткий обзор состояния и перспектив развития рециклинга металлов в России и мире. Собраны и проанализированы данные по тенденциям развития рынков наиболее масштабных по объемам потребления металлов. Обобщены результаты исследований по динамике социально-экономических процессов в мире. Систематизированы результаты исследований по оценке эффективности рециклинга цинксодержащего сырья. В работе [25] подчеркнута важная роль рециклинга алюминия для нынешнего и будущего поколений с точки зрения экономии энергии и других ресурсов, сокращения выделения в атмосферу вредных выбросов. Описаны преимущества применения алюминия в создании транспортных средств, строительстве, упаковке, получении энергии из возобновляемых источников и ее распределении. Сделан вывод, что в условиях постоянного роста численности населения планеты алюминий является важной частью решения проблемы стабильности будущего. Обсуждена роль алюминия в развитии человеческой цивилизации [26]. Показано, что растущее из года в год разнообразие алюминиевых продуктов и их применений приведет к тому, что мировой спрос на алюминий удвоится в период между 2010 и 2020 гг. Этот спрос будет удовлетворяться как за счет первичного, так и за счет вторичного металла. При этом двум третям спроса будут соответствовать поставки первичного алюминия, которые с 40 млн. т в 2010 г. увеличатся более чем до 70 млн. т к 2020 г. Проведен анализ динамики цен на первичный алюминий за последние 20 лет, на основании которого осуществлен их среднесрочный прогноз [27]. Показано, что в условиях значительного колебания цен на первичный алюминий доминирующей тенденцией в развитии алюминиепроизводящих корпораций является реализация бинарной вертикально интегрированной схемы, сочетающей в параллельных дивизионах выплавку и рециклинг алюминия. Автором [28] рассмотрены некоторые особенности технологии и организации рециркуляции алюминия и его сплавов. Анализ особенностей технологии плавления в роторной печи и организация рециркуляции алюминия и его сплавов показывает, что современное производство обеспечивает высокую эффективность процесса, обеспечивая высокое качество сплавов;

– оценки эффективности рециклинга [29–33]. В частности, в работе [29] решается проблема разработки современных требований по утилизации автомобилей. Предложен показатель эффективности рециклинга, который позволит осуществлять наиболее значимые для стран с разным уровнем экономического развития мероприятия по утилизации и переработке отходов. В [30] излагаются важные научные и практические результаты в области рециклинга, которые открывают его новые возможности в области экономии

материальных и энергетических ресурсов на транспорте. Предложен [31] показатель эффективности рециклинга, учитывающий экономическую эффективность процесса, предотвращение экологического ущерба и объемы наличных отходов. Работа авторов [32] посвящена проблеме эффективного использования вторичных ресурсов, образующихся в ходе производственного процесса промышленного предприятия. А в работе [33] приведена классификация процессов рециклинга и даны рекомендации по использованию различных методов экономической оценки этих процессов;

– вопросы актуальности рециклинга лома цветных металлов в цветной металлургии [34–37]. В работе [34] указано, что использование вторичных ресурсов является одним из важнейших направлений уменьшения загрязнения окружающей среды. Проведена параллель процессов получения первичного и вторичного алюминия. Определены позитивные и негативные стороны каждого способа получения. Авторами [35, 36] представлена современная система вторичной переработки вторичных металлов в Республике Беларусь, а также определены особенности рынка вторичных металлов и выявлены некоторые проблемы в его функционировании. Авторы [36] указали, что жизненные циклы продуктов и изделий от эксплуатации до возврата в природу выступают в качестве технологической цепочки возврата вещества и энергии в природу. Предлагается выделять два потока возврата вещества в природу: литогенный и техногенный материалы. При этом потоки потребления и потоки отходов в системе круговорота техногенных веществ в течение года уравниваются. Показано, что развитие отрасли переработки отходов остается за прогрессивным ростом количества, в частности промышленных отходов [37]. Техногенные отложения не вовлечены в процессы техногенеза, усиливают экологические проблемы, можно найти решение в мире потребительского спроса, разрабатывая стратегию переработки и экодемократии;

– вопросы свойств цветных металлов, применяемых при создании судов, и вопросы их производства [38, 39]. Так, в работе [38] показано освоение технологических процессов огневого рафинирования меди и изготовления медной катанки из металлоотходов и производства латунного прутка методом горячего прессования (экструзии) из непрерывнолитой круглой заготовки. Продолжается поиск более эффективных средств для переработки цветного металлолома, например, процесс непрерывной экструзии обеспечит экологические преимущества и экономию энергии [39].

В работе [40] авторами разработана формальная модель международной сети материальных продуктов, которая представляет собой механизм международной переработки. Внимание сосредоточено на случае развитой и развивающейся страны. Модель демонстрирует, что учет внешних факторов окружающей среды приводит к более высоким уровням рециркуляции. Показано, что международная рециркуляция в основном обусловлена региональными различиями в количестве и качестве факторов и экономической эффективности переработки. А также, что промышленно развитые страны относительно хорошо обеспечены перерабатываемыми отходами. Коэффициент

извлечения обычно превышает коэффициент использования. В развивающихся странах наблюдается обратная картина.

Авторами [41] обсуждается необходимость утилизации и переработки цветных металлов. Анализируются источники лома и исследуется соответствующая обработка лома, пересмотрены процедуры переработки, в частности алюминия и меди.

Результаты анализа позволяют сделать вывод о том, что проблема утилизации судов (рециклинга цветных металлов) в Украине не была решена в XX веке и более обостренной перешла в XXI век. Вторичное сырье является самым необходимым элементом при плавке металла. Посредством применения вторсырья металлического лома происходит значительное снижение затратности всего производства. Экономия видна во всем, и в затратах на материал шихтового типа и в затратах на энергоресурсы, и многое другое. К тому же переработка и вторичное использование лома металла снижает нагрузку на использование природных ресурсов в этой области, тем более что они и так достаточно сильно истощены на сегодняшний день. Все эти вышеперечисленные факторы являются значимым доводом в переработке металла.

## **5. Методы исследований**

При исследовании были использованы следующие научные методы:

- метод анализа при изучении динамики производства меди в мире;
- метод классификации при рассмотрении свойств, применения цветных металлов в судостроении, а также при выявлении потенциальных потребителей цветных металлов.

## **6. Результаты исследований**

При утилизации судов в первую очередь выбираются цветные металлы и их сплавы.

*Алюминий* имеет малую массу и повышенную сопротивляемость коррозии. Благодаря этому алюминиевые сплавы находят все более широкое применение в судостроении, как для изготовления отдельных судовых конструкций, так и для постройки корпусов.

Наибольшее распространение имеют сплавы алюминия с магнием и марганцем (АМг, АМц), которые обрабатывают давлением. Из них изготавливают переборки, вентиляционные трубы, кожухи дымовых труб, трубопроводы, а из сплава АМг5В – надстройки, рубки, шлюпки, мачты, забортные трапы и другие важные детали [42].

*Медь* в чистом виде применяется в некоторых случаях для изготовления судовых трубопроводов. Значительно чаще используются медные сплавы – латунь и бронза.

*Бронза* – сплав меди с оловом или с алюминием, марганцем, железом. Бронза обладает хорошей коррозионной стойкостью и низким коэффициентом трения. Из меди изготавливают подшипники скольжения, облицовку гребных валов, корпуса кингстонов, червячные колеса и другие детали.

*Латунь* – сплав меди с цинком – самый дешевый медный сплав, обладающий достаточной прочностью, коррозионной стойкостью,

пластичностью, электро- и теплопроводностью. Из латуни изготавливают трубы для теплообменных аппаратов, тройники, пробки, детали иллюминаторов, масленок, электродетали, гребные винты и пр. [42].

*Антифрикционные сплавы* изготавливают на основе олова, свинца и алюминия. Эти сплавы применяют в судостроении для заливки подшипников скольжения, которые характеризуются малым коэффициентом трения, высокой пластичностью, минимальным износом и нагревом.

*Титан и его сплавы* являются новейшими прогрессивными конструкционными материалами. Данные сплавы характеризуются высокой прочностью, пластичностью, малым удельным весом ( $45 \text{ г/см}^3$ ), высокой температурой плавления и большой антикоррозионной стойкостью.

Титановые сплавы хорошо свариваются электросваркой в атмосфере аргона или гелия. Титановые сплавы куются, штампуются и прокатываются, что позволяет изготавливать из них и профильные материалы.

Титан и его сплавы пока относительно дорогие материалы, но по мере совершенствования технологии их производства стоимость их быстро снижается. Эти материалы все шире применяют в судостроении для изготовления особенно ответственных деталей корпуса и его элементов (например, корпус подводной лодки «Комсомолец») [42, 43].

Основными потенциальными потребителями цветных металлов как вторсырья являются предприятия Украины, перечисленные в табл. 1.

В Украине выпускают, в основном, нерафинированные медные сплавы из лома. Производством меди и медных сплавов занимается довольно значительное количество предприятий. Среди них одним из крупнейших является ЧАО «Завод по обработке цветных металлов» (ЗОЦМ) (г. Бахмут). Мощности ЗОЦМ позволяют ежегодно выпускать до 100 тыс. т продукции из меди и ее сплавов. Помимо медного, предприятие выпускает латунный и медно-никелевый прокат.

**Таблица 1**

Предприятия Украины по производству цветных металлов [44, 45]

Производимый металл	Предприятие
Алюминий	Запорожский производственный алюминиевый комбинат, Николаевский глиноземный завод, Интерсплав (г. Днепр), Обимет (г. Одесса), Укрчермет (г. Харьков)
Медь	Укркольорпром (г. Днепр), Укрчермет (г. Харьков), Завод по обработке цветных металлов (г. Бахмут), Запорожский завод цветных сплавов
Цинк	Укрцинк (г. Константиновка)
Никель, хром	Побужский ферроникелевый комбинат
Титан, магний	Запорожский титано-магниевый комбинат, Иршанский горно-обогащительный комбинат, Вольногорский горно-металлургический комбинат, Фико (г. Киев), Институт титана (г. Запорожье), Ориана (г. Калуш)



Основной продукцией завода являются листы, ленты, трубы, прутки, электротехническая катанка, проволока, а также сантехническая арматура и товары бытового назначения. В качестве сырья используется лом меди и ее сплавов. Последнее еще раз подчеркивает значимость рециклинга металлов и судового лома цветных металлов, получаемого при утилизации морских судов.

ЗОЦМ является единственным в Украине предприятием по производству плоского и круглого проката из меди, ее сплавов и других цветных металлов. В настоящее время завод выпускает более 1000 типоразмеров изделий из 100 марок металлов на основе меди, никеля, цинка [43].

Кроме ЗОЦМ, переработкой меди и ее сплавов в Украине занимаются такие предприятия, как:

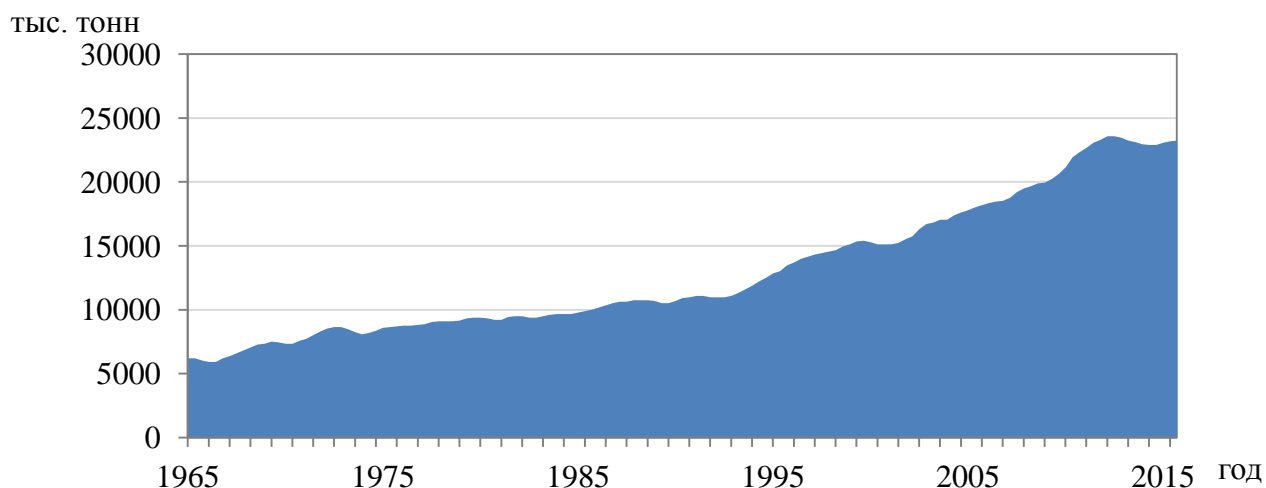
- ГОП «Укркольпропром» (г. Днепр),
- АО «Укрчермет» (г. Харьков),
- ООО «Форум» (г. Запорожье),
- «Эней» (г. Киев),
- ООО «Катех-Электро» (г. Киев),
- ООО «Акватор» (г. Ровно),
- АО «Экпоресурс» (г. Киев) и прочие.

Как было отмечено, Украина производит медь только из лома, однако в последнее время появились планы начать собственную добычу. Качество медной руды, найденной в Жиричевском месторождении в Волынской области, очень высоко [46]. Это месторождение отличается уникальными характеристиками, в частности, содержание чистого металла в руде достигает 5,1 %.

Мировое производство первичной меди (рис. 1) в 1900 г. составляло всего 495 тыс. т, в 1997 г. – 11526 тыс. т, а в 2015 г. – 22848 тыс. т. В период с 1900 по 1960 гг. производство меди в мире росло на 3,2 % ежегодно, с 1960 по 1970 гг. – 3,4 % в год, в 1970-х годах – на 2,6 %, в 1980-х годах – на 2,2 %, в 1990-х годах – на 3,1%, а в 2000-х годах – на 2,3 % в год.

Особую роль на мировом рынке меди, наряду с США, в последние десятилетия стали играть Чили и страны Юго-Восточной Азии. Так, за последние 30 лет Чили превратилась в крупнейшего производителя рафинированной меди в мире. Производство рафинированной меди в этой стране выросло в 2012 г. на 1858 % по отношению к уровню 1960 году (177 тыс. т). Производство рафинированной меди в странах Азии выросло почти на 2000 % за этот же период, главным образом за счет увеличения производства в Японии и Китае.

Чили, традиционно главный мировой поставщик медной руды и концентратов, увеличила свою долю в объемах мировой добычи меди с 13 % в 1978 г. до 29 % в 1997 г. и до 30 % к 2015 г. В 2015 г. в Чили было произведено 5700 тыс. т меди (в виде руды и концентратов). Страны Африки, напротив, сократили добычу меди [47].



**Рис. 1.** Динамика производства первичной меди в мире по годам с 1996 по 2015 гг.

Существующая в Украине система оценки экономической эффективности использования в производстве новых технологий, изобретений и рационализаторских предложений была разработана в конце 70-х годов прошлого века. Методики этой системы оценки не позволяют правильно оценить выгоды различных классов рециклинга, рассчитать доходную и расходную части, оценить риски.

Действующая система оценки учитывает:

- соблюдение экологических норм;
- учет всех положительных и отрицательных условий в сферах производства и эксплуатации;
- оценку временных затрат;
- многовариантную оценку затрат и выгоды от конечного результата;
- учет рисков на всех стадиях рециклинга;
- соизмерение стоимости вторично и первично произведенных продуктов [46].

Основные показатели, которые берутся во внимание при комплексной оценке – годовая прибыль, период окупаемости затрат и индекс доходности, включающий показатели прибыльности, рентабельности и эффективности капиталовложений, заносятся в журнал.

В развитых странах на долю рециклинга пока приходится 60 % всех отходов производства и потребления, а оставшиеся 40 % по-прежнему закапываются на полигонах или, как суда-отходы, затапливаются, остаются брошенными у берегов рек и морей. В Украине этот показатель пока остается на уровне 20–30 %.

## **7. SWOT-анализ результатов исследований**

*Strengths.* Экономическим стимулом развития рециклинга цветных металлов, полученных при утилизации морских судов, является то, что использование вторичного сырья позволяет увеличить эффективность вложений, в отличие от применения первичных ресурсов. Переработка и повторное использование отходов позволяет существенно снизить загрязнение вод и выбросы различных вредных веществ в атмосферу.

*Weaknesses.* К слабым сторонам объекта исследования относится отсутствие в Украине утилизационных предприятий, аттестованных по требованиям ЕС.

*Opportunities.* К перспективам дальнейшего исследования относится изучение возможности создания экологически безопасного утилизационного предприятия, например, на базе судоремонтного завода.

*Threats.* Для развития рециклинга требуется государственная поддержка на всех уровнях – отраслевом и региональном, которая должна быть закреплена в правовых актах и сопровождаться бюджетным финансированием.

## **8. Выводы**

1. Показано, что цветные металлы и их сплавы широко применяются в конструкции судов. В частности, наибольшее распространение имеют сплавы алюминия с магнием и марганцем. Часто используются медные сплавы – латунь и бронза. Особенно ответственные детали корпуса и его элементов изготавливаются из титана и его сплавов. Таким образом, при утилизации судна можно получить лом цветных металлов.

2. Приведен список потенциальных потребителей судового лома цветных металлов и сплавов в Украине, которые могли бы использовать его в качестве вторичного сырья для производства металла. Таким образом, показана перспективность рециклинга цветных металлов при утилизации морских судов для развития цветной металлургии Украины.

3. Показано, что производство первичной меди в мире возрастает. В частности, практически за двадцать лет объем произведенной меди увеличился в два раза (в 1997 г. – 11526 тыс. т, а в 2015 г. – 22848 тыс. т.), что говорит о востребованности этого металла в промышленности. Несмотря на планы начать собственную добычу медной руды, пока в Украине производят медь только из лома. Из деталей из меди и ее сплавов, использованных в конструкции судна, при его утилизации можно получить вторичное сырье.

4. Показано, что существующая в Украине система оценки экономической эффективности использования в производстве новых технологий, изобретений и рационализаторских предложений не позволяет оценить эффективность рециклинга. Методики этой системы оценки не позволяют правильно оценить выгоды классов рециклинга, рассчитать доходную и расходную части, оценить риски. Для этой цели необходимо использовать комплексный подход. Такой подход при оценке учитывает годовую прибыль, период окупаемости затрат и индекс доходности, включающий показатели прибыльности, рентабельности и эффективности капиталовложений.

## **Литература**

1. Sudno. Novosti zarubezhnogo sudostroyeniya // LiveJournal. 2016. URL: <https://shipway1.livejournal.com/> (Last accessed: 16.04.2018).

2. Neobkhodimost i znachenie pererabotki metalloloma. URL: [http://krasmet.net.ru/neobkhodimost\\_i\\_znachenie\\_pererabotki](http://krasmet.net.ru/neobkhodimost_i_znachenie_pererabotki) (Last accessed: 16.04.2018).

3. Yuzov O. V., Sedykh A. M. Mirovyye tendentsii obrazovaniya i ispolzovaniya resursov metalloloma // Metallurg. 2003. No. 5. P. 55–56.

4. Pizintsali L. V., Aleksandrovska N. I., Kosharskaya L. V. Predposylki razvitiya sistemy utilizatsii loma v Ukraine na primere zheleznodorozhnogo i morskogo transporta // Sbornik nauchnykh trudov DonIZHT. 2014. Vol. 37. P. 157–162. URL: <http://ea.drti.donetsk.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/1241/1/28Pizintsali.pdf> (Last accessed: 11.04.2018).
5. Recikling – informatsiya k razmyshleniyu. URL: <http://www.cct-spb.ru/index.php/home/news/86-recycling-info> (Last accessed: 11.04.2018).
6. Pizintsali L. V. Ukraina – problemy utilizatsii sudov // East European Scientific Journal. 2016. No. 8. P. 100–104. URL: [https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/2016/04/EESJ\\_8\\_7.pdf](https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/2016/04/EESJ_8_7.pdf) (Last accessed: 11.04.2018).
7. Voynichenko V. Razdelka sudov: mirovoy opyt poslednikh desyatiletii // Sudokhodstvo. 2016. No. 1 (145). P. 52–57.
8. Bolshakov O. P. Perspektivnyy analiz deyatel'nosti sovremennogo utilizatsionnogo predpriyatiya: PhD thesis. Saratov, 2013. 156 p. URL: <http://www.dissercat.com/content/perspektivnyi-analiz-deyatelnosti-sovremennogo-utilizatsionnogo-predpriyatiya#ixzz3lGKXu6zQ> (Last accessed: 16.04.2018).
9. The Role of Input–Output Analysis for The Screening of Corporate Carbon Footprints / Huang Y. A. et al. // Economic Systems Research. 2009. Vol. 21, No. 3. P. 217–242. doi:[10.1080/09535310903541348](https://doi.org/10.1080/09535310903541348)
10. Tekushchee i perspektivnoe potreblenie metallov v Rossii i Ukraine / Gerasimchuk I. et al. // Entsiklopediia marketinga. 2003. URL: [http://www.marketing.spb.ru/mr/industry/consumption\\_metal\\_02\\_7.htm](http://www.marketing.spb.ru/mr/industry/consumption_metal_02_7.htm) (Last accessed: 11.04.2018).
11. Municipal Solid Waste Recycling Issues / Lave L. B. et al. // Journal of Environmental Engineering. 1999. Vol. 125, No. 10. P. 944–949. doi:[10.1061/\(asce\)0733-9372\(1999\)125:10\(944\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9372(1999)125:10(944))
12. Pizintsali L. V. Podgotovka «zelenogo pasporta» kak procedury mezhdunarodnykh trebovaniy k organizatsii predpriyatij po utilizatsii sudov // Visnik ONMU. 2015. Vol. 2 (44). P. 177–185. URL: <http://meb.com.ua/onmu/201544.pdf> (Last accessed: 11.04.2018).
13. Boons F., Berends M. Stretching the boundary: the possibilities of flexibility as an organizational capability in industrial ecology // Business Strategy and the Environment. 2001. Vol. 10, No. 2. P. 115–124. doi:[10.1002/bse.277](https://doi.org/10.1002/bse.277)
14. Reineke T. Umweltshute in der Schiffahrt, die Herausforderung fur das nachste Jahrtausend // Schiff und Hafen: Seewirt., Kommondobruck. 1999. Vol. 7. P. 36–40.
15. Dixon T. R. Shipping and enviroment: the view from shoreline // The Journal of Environmental Education. 1991. Vol. 10, No. 2. P. 55–66.
16. Connolly R. A., De Coste J. V., Jaupp H. L. Marine Exposure of Polymeric Materials and Cables after Fifteen Years // ASTM J. Materials. 1970. Vol. 5, No. 2. P. 339–362.
17. Pizintsali L. V., Shahov A. V. Ekologicheskii menedzhment predpriyatii po utilizatsii morskikh sudov // Zbirnik naukovih prac' Institutu geohimii navkolishn'ogo seredovishcha. 2016. Vol. 26. P. 50–59. URL: [http://www.igns.gov.ua/wp-content/uploads/2017/02/MAKET--26-final\\_6.pdf](http://www.igns.gov.ua/wp-content/uploads/2017/02/MAKET--26-final_6.pdf) (Last accessed: 11.04.2018).
18. Shimova O. S., Sokolovskiy N. K. Osnovy ekologii i ekonomika prirodopolzovaniya: textbook. Minsk: BGEU, 2001. 367 p.

19. Akimova T. A., Khaskin V. L. *Ekologiya: handbook*. Moscow: YuNITI, 1998. 445 p.
20. Mavrishchev V. V. *Osnovy obshchey ekologii: handbook*. Minsk: Vyscha shkola, 2000. 317 p.
21. Muravey L. A. *Ekologiya i bezopasnost zhiznedeyatelnosti: handbook*. Moscow: YuNITI-DANA, 2000. 447 p.
22. Kachalov A. A. *ISO 14001:2004. Sistemy menedzhmenta okruzhayushchey sredy*. Moscow: IzdAT, 2005. 665 p.
23. Aba E. K., Badar M. A. A Review of the Impact of ISO 9000 and ISO 14000 Certifications // *The Journal of Technology Studies*. 2013. Vol. 39, No. 1. P. 42–50. doi:[10.21061/jots.v39i1.a.4](https://doi.org/10.21061/jots.v39i1.a.4)
24. Standards, conformity assessment, and trade: Into the 21st century. New York: National Academies Press, 1995. 238 p. URL: <https://www.nap.edu/read/4921/chapter/1> (Last accessed: 16.04.2018).
25. *Razvitiye sistem ekologicheskogo menedzhmenta v Rossii: proceedings*. Moscow: Ekolayn, 2001. 87 p.
26. Boschet A.-F., Wahlliss W., Lack T. J. *Inland Waters. Annual topic update 1998. Topic report No. 2*. European Environment Agency. Copengagen: EEA, 1999. 31 p. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/92-9167-199-1> (Last accessed: 16.04.2018).
27. Yarlinton L. J. *Spill prevented in concrete Ships off kiptopehe // Proc. Mar. Safety Counc.* 1992. Vol. 49, No. 3. P. 60–62.
28. Solodskiy S. A. *Snizheniye vrednykh vydeleniy pri dugovoy svarke metallov: proceedings // Ekologiya i bezopasnost v tekhnosfere: sovremennyye puti i resheniya*. 2015. P. 124–126. URL: [https://books.google.com.ua/books?id=Iz49CwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=i+sb+5447552206&hl=ru&sa=X&ved=0ahUKEwjim7b1jL\\_aAhXMx6YKHUExCWIQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ua/books?id=Iz49CwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=i+sb+5447552206&hl=ru&sa=X&ved=0ahUKEwjim7b1jL_aAhXMx6YKHUExCWIQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false) (Last accessed: 16.04.2018).
29. Gopanyuk N. A. *Otsenka negativnogo vozdeystviya predpriyatiy po remontu transportnykh sredstv na okruzhayushchuyu prirodnyuyu sredyu: handbook*. Moscow: MGIU, 2007. 192 p.
30. Chelnokov A. A. *Osnovy promyshlennoy ekologii*. Minsk: Vysheyshaya shkola, 2001. 339 p.
31. Plastinin A. E. *Otsenka ekologicheskoy opasnosti sudov vnutrennego plavaniya. podlezhashchikh utilizatsii: Abstract's PhD thesis*. Nizhny Novgorod, 2004. URL: <http://earthpapers.net/otsenka-ekologicheskoy-opasnosti-sudov-vnutrennego-plavaniya-podlezhashchih-utilizatsii> (Last accessed: 16.04.2018).
32. Vasilchenko Z. A., Kovaleva V. I., Lyashenko A. V. *Metodicheskoye posobiye po primeneniyu kriteriyev otneseniya opasnykh otkhodov k klassam opasnosti dlya okruzhayushchey sredy*. Moscow: FGU «TsEKA», 2003. 38 p.
33. Kolotyркиn Ya. M. *Elektrokhimiya i problemy ekologii // Rossiyskiy Khimicheskiy Zhurnal*. 1993. Vol. 37, No. 4. P. 61–66.
34. Damgaard A., Larsen A. W., Christensen T. H. *Recycling of metals: accounting of greenhouse gases and global warming contributions // Waste Management & Research*. 2009. Vol. 27, No. 8. P. 773–780. doi:[10.1177/0734242x09346838](https://doi.org/10.1177/0734242x09346838)

35. Environmental and economic assessment methods for waste management decision-support: possibilities and limitations / Finnveden G. et al. // Waste Management & Research. 2007. Vol. 25, No. 3. P. 263–269. doi:[10.1177/0734242x07079156](https://doi.org/10.1177/0734242x07079156)
36. Huang G. H., Anderson W. P., Baetz B. W. Environmental Input-Output Analysis and its Application to Regional Solid-waste Management Planning // Journal of Environmental Management. 1994. Vol. 42, No. 1. P. 63–79. doi:[10.1006/jema.1994.1061](https://doi.org/10.1006/jema.1994.1061)
37. Gurevich I. M., Zelichenko A. Ya., Kulik Yu. G. Tekhnologiya sudostroyeniya i sudoremonta: handbook. Moscow: Transport, 1976. 416 p.
38. Pupan L. I., Kononenko V. I. Perspektivnyye tekhnologii polucheniya i obrabotki materialov: handbook. Kharkiv: NTU «KhPI», 2008. 261 p.
39. Perov V. N. Tekhnologiya utilizatsii sudov: handbook. Nikolayev: UGMTU, 2002. 24 p.
40. Metallicheskie materialy // Flot.com. URL: <https://flot.com/publications/books/shelf/chainikov/25.htm?print=Y> (Last accessed: 11.04.2018).
41. Morozov D. Eksportnaya poshlina na lom spasla ukrainskuyu metallurgiyu v proshlom godu (Part 2). URL: <http://uaprom.info/article/6212-denis-morozov-eksportnaya-poshlina-lom-spasla-ukrainskuyu-metallurgiyu-proshlom-godu-chast.html> (Last accessed: 11.04.2018).
42. PAO «Artemovskiy zavod po obrabotke tsvetnykh metallov». URL: <https://pao-artemovskij-zavod-po-obrabotke-tsvetnyh.uaprom.net> (Last accessed: 13.04.2018).
43. Proizvodstvo tsvetnykh metallov v Ukraine // Biznes-katalog. URL: <https://www.ua-region.info/kved/Ind.27.4> (Last accessed: 14.04.2018).
44. Metallurgicheskoye proizvodstvo // Biznes-katalog. URL: <https://www.ua-region.info/kved/Ind.27> (Last accessed: 14.04.2018).