

**ВНЕДРЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ НА  
ПРЕДПРИЯТИИ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ  
(НА ПРИМЕРЕ ОАО «ВОЛМЕТ»)**

**Севашко Анастасия Сергеевна,  
Василевска Анастасия Анатольевна**  
Полесский государственный университет  
Vasileuska Anastasiya Anatolievna,  
Sevashko Anastasiya Sergeevna, [sevashko.a@mail.ru](mailto:sevashko.a@mail.ru)  
Polessky State University

**Аннотация.** В данной статье предложены варианты внедрения принципов циркулярной экономики на конкретном предприятии, выявлены способы экологически чистой утилизации гальваношламов.

**Ключевые слова:** циркулярная экономика, линейная экономика, зелёная экономика, образование отходов, гальваношламы, промышленный симбиоз.

В современном мире экологические проблемы диктуют экономике направления для развития – вся мировая общественность встревожена состоянием окружающей среды. Для разрешения сложившейся ситуации учёные, предприниматели и общественные организации должны объединить свои силы. В результате такой совместной деятельности возникает разделение экономики на два типа: линейная и циркулярная.

*Линейная модель экономического развития* подразумевает следующий принцип действия: добывай – производи – используй – выбрасывай. В результате чего образуется большое количество отходов, которые вызывают массу экологических проблем.

*Циркулярная экономика* – фундаментальная альтернатива линейной экономике, так как она представляет собой цикл действий: добывай – производи – потребляй – возобновляй.

Внедрение принципов циркулярной экономики оказывает положительное влияние не только на окружающую среду, но и на экономику в целом, т.к. развитие данного направления способствует экономическому росту, созданию новых рабочих мест и активизации инновационной деятельности.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что экономика замкнутого цикла направлена на минимизацию образования отходов и их эффективную пере-

работку. Теоретические принципы перехода к «зелёной» экономике обозначены и в научной литературе, и в законодательстве Республики Беларусь. Однако, на практике субъекты хозяйствования находятся в самом начале перехода к циркулярной экономике.

В данный момент ключевой проблемой в Республике Беларусь является образование большого количества отходов, которые в дальнейшем не перерабатываются и не используются повторно. То есть, фактически преобладает линейный тип экономического развития. Результатом экономики линейного типа становится образование большого количества мусора, в то время как циркулярная экономика замыкает производственный цикл с помощью переработки и вторичного использования отходов.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь в 2022 году было образовано 44081,04 тысяч тонн отходов производства и потребления [2]. Из них 40086,74 тысяч тонн (90,94%) относятся к отходам производства, а 3994,3 тысяч тонн (9,06%) относятся к твёрдым коммунальным отходам (отходам потребления).

Большинство опасных отходов образуется на предприятиях в результате производственной деятельности. Так, например, отходы металлургического производства по состоянию на 2022 год составили 372,14 тысяч тонн.

Традиционно в состав отходов металлургических производств включаются шлаки, окалины, пыль и шламы. Одним из опасных видов шламов, образующихся в результате металлургического производства, являются *гальваношламы*. Это тип отходов, полученный путём очистки сточных вод, образующихся в процессе хромирования, никелирования и цинкования различных металлических изделий.

На примере конкретного предприятия рассмотрим процесс образования и утилизации гальванических шламов. В качестве объекта исследования предлагается ОАО «ВолМет» в г. Волковыске.

ОАО «ВолМет» – предприятие, специализирующееся на производстве замочных изделий для дверей из различных материалов, применяемых в жилых, общественных и производственных зданиях. Помимо этого, ОАО «ВолМет» оказывает различные услуги, такие как производство продукции производственно-технического назначения, литье лёгких металлов, обработка и покрытие металлов и др.

В процессе производства на предприятии осуществляются такие операции как цинкование, оксидирование, омеднение и никелирование. В результате очистки сточных вод, используемых для данных операций, образуются отходы в виде гальваношламов. Ежегодно на ОАО «ВолМет» образуется 1,5 тонны такого рода отходов.

Проблема гальваношламов заключается в линейном типе их утилизации. В данном случае рациональным будет «зацикливание» данного технологического процесса, опираясь на принципы циркулярной экономики.

Для решения проблемы гальваношламов не только на ОАО «ВолМет», но и в стране в целом предлагается рассмотреть исследование возможности использования гальваношламов в товарах народного потребления. Такое исследование было проведено Олышанской Л.Н. [4]. В его основе заложена идея о том, что гальваношламы можно использовать для получения пигментов-наполнителей и изготовления красок. Для решения проблемы гальваношламов авторами было предложено создание региональных центров по комплексной переработке гальваношламов.

А также проведено исследование по возможности извлечения из гальванических шламов различных металлов.

В результате очистки гальванических шламов, были получены оксиды железа и цинка. Было выявлено, что порошок смеси оксидов железа имеет желто-коричневый окрас, а порошок оксида цинка – белый с оттенками бежевого. Были изготовлены цинковые белила и железный сурик с использованием оксидов в качестве пигмента. Результаты проведённых исследований показали, что данные краски соответствуют требованиям и схожи по свойствам с традиционно используемыми пигментами-наполнителями, такими как мел, слюда и каолин [4].

Таким образом, из 1,5 тонны образовавшихся на ОАО «ВолМет» гальваношламов можно извлечь около 315 кг оксидов железа и 330 кг оксидов цинка.

Ольшанской Л.Н. и её соавторами была разработана технологическая схема по извлечению данных оксидов из гальваношламов и преобразования их в пигменты-наполнители. Данная схема состоит из бункера для дозирования гальваношламов, ванн для кислотной и щелочной обработки, центрифуги для сепарации гидроксидов, печи для обжига, бункера готового пигмента и фасовочного агрегата [4].

Оценив организацию данного производства с экологической и экономической точки зрения, авторы пришли к выводу, что в результате можно получить как экономическую выгоду в виде расширения производства, расширения ассортимента продукции, увеличения количества рабочих мест, так и экологическую выгоду в виде сокращения площадей для организации полигоном, а также снижения вредного воздействия гальваношламов на окружающую среду [4].

Помимо вопроса извлечения пигментов из гальваношламов, Ольшанская Л.Н. и соавторы занимались вопросом получения никеля. В их работе [4] подробно описан процесс извлечения металлического никеля из гальваношламов. В результате исследования были сделаны выводы о том, что из одной тонны гальваношламов рассматриваемого предприятия можно было извлечь 1,4 кг никеля. Таким образом, из 1,5 т отходов гальванического производства ОАО «ВолМет» можно извлечь 2,1 кг никеля.

По данным Лондонской биржи металлов [1] на 13 октября 2023 года, 1 тонна никеля стоит \$18371, 1 тонна цинка стоит \$2476,5. Учитывая количество отходов предприятия и предположительное количество содержащихся в них веществ, можно рассчитать их стоимость. За 2,1 кг никеля предприятие ежегодно может получать около 127 р, за 330 кг цинка – около 2700 р.

Эти суммы не являются столь значительными в масштабах предприятия. Однако, если рассмотреть их с той стороны, что предприятие теряет эти деньги просто потому, что не перерабатывает свои отходы, то суммы становятся уже более весомыми. Кроме этого, отходы гальванического производства хранятся на складах в течение года, что ведёт за собой увеличение складских расходов.

Некоторые авторы отмечают, что при переработке гальваношламов могут возникнуть трудности ввиду многокомпонентности состава отходов и небольших объёмов образования отходов. Проблема многокомпонентности состава может быть решена с помощью сепарации отходов после проведения технологической операции. Таким образом можно будет фильтровать сточные воды после цинкования, хромирования и никелирования по отдельности.

На отдельно взятом предприятии, как, например, на ОАО «ВолМет», действительно образуется небольшое количество отходов гальванического производства ежегодно, что также может стать препятствием для эффективной переработки

гальваношламов. Тем не менее, в Республике Беларусь это не единственное предприятие, имеющее такую категорию отходов. Вследствие этого рациональным будет создание отдельного подразделения или предприятия по утилизации гальваношламов, организация промышленного симбиоза.

*Промышленный симбиоз* – модель взаимодействия промышленных предприятий, которая действует на принципах кругооборота, диверсификации, локальности и адаптивности, при которых её участники объединяются с целью взаимовыгодного обмена отходами и ресурсами производства, что способствует достижению синергетического эффекта, направленного на снижение вреда окружающей среде. Данная модель может применяться для организации системы взаимодействия в промышленных экосистемах, эко-индустриальных парках [5].

Так как рассматриваемое предприятие ОАО «ВолМет» расположено в г. Волковыске Гродненской области, можно рассмотреть вариант создания промышленного симбиоза с ОАО «Лакокраска» в г. Лиде. В результате такого симбиоза выиграют:

1) ОАО «ВолМет», так как проблема гальваношламов будет истреблена; будет получен дополнительный доход за ценные вещества, содержащиеся в отходах гальванического производства.

2) ОАО «Лакокраска», так как они будут получать более дешевые пигменты для производства красок; смогут расширить свой ассортимент.

3) Экология. В результате устранения гальваношламов снизится негативное воздействие на окружающую среду, тяжёлые металлы не попадут в почву или подземные воды, сократится площадь полигонов для захоронения гальваношламов.

Таким образом, при внедрении принципов циркулярной экономики, государство получает три вида эффектов: экономический, экологический и социальный. *Экономический эффект* от внедрения принципов циркулярной экономики в производственный процесс ОАО «ВолМет» заключается в снижении потребления сырьевых ресурсов за счёт использования ресурсов повторно; сокращения объемов образования отходов, в том числе за счет увеличения доли вовлечения отходов в производственные процессы; формирования инновационной экосистемы и развития инфраструктуры; расширения возможностей развития предприятия.

*Экологический эффект* от внедрения экономики замкнутого цикла на ОАО «ВолМет» выражается в снижении выбросов загрязняющих веществ, сокращении площадей объектов хранения и захоронения отходов, уменьшении потребления дефицитных и ограниченных ресурсов.

*Социальный эффект* проявляется в повышении уровня социальной ответственности за бережное использование материальных ресурсов, обеспечении экологически дружественного отношения к использованным товарам, увеличении числа рабочих мест за счет формирования новых и преобразования традиционных секторов циркулярной экономики [3].

Несмотря на то, что переход к циркулярной модели экономики приобретает глобальный характер, а конкурентные преимущества развития данной концепции становятся все более очевидными, в Республике Беларусь она широкого распространения не получила. Более масштабное развитие и обеспечение эффективности реализации циркулярных бизнес-моделей требуют сочетания технологических достижений, инноваций, а также совместных усилий заинтересованных сторон, представителей бизнеса и государства.

### **Список использованных источников**

1. График цены на никель [Электронный ресурс]: Электротехнический интернет-портал. – Режим доступа: <https://www.elec.ru/lme/nickel/>. – Дата доступа: 02.10.2023.
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.belstat.gov.by/](http://www.belstat.gov.by/). – Дата доступа: 01.10.2023.
3. О Национальном плане действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь на 2021 – 2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 10 декабря 2021 г., № 710 // Министерство экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://economy.gov.by/ru/test-18-ru/>. Дата доступа: 28.09.2023.
4. Ольшанская, Л.Н. Утилизация гальванических шламов предприятий Саратовского региона в товары народного потребления / Л. Н. Ольшанская, Е. Н. Лазарева, В. В. Егоров // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 3. – С. 41-46.
5. Титова, Н.Ю. Промышленный симбиоз в условиях циркулярной экономики / Н.Ю. Титова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2021. – № 4. – С. 44–50.