

в углеводороды и нерастворимые соли, а очищенное масло направляется – при соответствующей необходимости – на кондиционирование. Производительность мобильной установки – до 2000 литров в час. Такие технологии применимы при концентрации ПХБ не выше 10000 ppm. Вопрос очистки внутреннего пространства загрязненных трансформаторов и конденсаторов при этом остается открытым.

Используется на практике и метод автоклавирования – обезвреживания сильно загрязненных ПХБ материалов в вакуумном автоклаве. Данная технология подходит для очистки как трансформаторов, так и других твердых материалов, загрязненных ПХБ.

Наиболее рациональным вариантом в условиях Беларуси является огневая обработка. Также используются окислительный метод обезвреживания негорючих отходов и термохимическое сжигание на основе феномена фильтрационного горения. Разработчик этого метода – ООО «Специализированное предприятие сервисной экологической службы» (г.Москва), технология уже прошла экологическую экспертизу и одобрена Государственным комитетом по охране окружающей среды Московской области.

Метод, уже благополучно реализуемый совместно с ЮНИДО в Азербайджане, – сжигание во вращающейся печи при наличии свободных мощностей на существующих цементных или металлургических заводах также может быть реализован и в Республике Беларусь. К примеру, компания «Байер АГ» (Германия) на одном из предприятий использует две установки по сжиганию опасных отходов, а также установку для сжигания концентрированных жидких отходов с высоким содержанием органических веществ.

Уже сейчас в Беларуси введен запрет на производство ПХБ, осуществляется постепенная замена их альтернативными материалами, ведется разработка безопасных технологий переработки и обезвреживания ПХБ. Перспективным направлением в этой области является их переработка в экологически безопасные продукты посредством щелочного дихлорирования, высокотемпературного сжигания, плазмохимической переработки, фотохимического окисления.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОММУНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «МИНСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН»**

### **ENVIRONMENTAL ACTIVITY OF THE MUNICIPAL TRANSPORT UNITARY ENTERPRISE «MINSK METRO»**

***В. Н. Копиця, Е. О. Савельева  
U. Kapitsa, E. Savelyeva***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
evgenia\_savelyeva@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

На основании анализа документации предприятия, рассмотрена экологическая деятельность Минского метрополитена. Проанализировано потребление энергии, ресурсов, уровень воздействия на окружающую среду. Показано, что основным экологическим воздействием предприятия является образование отходов при обслуживании линий метрополитена и при выполнении ремонтных работ на базе двух депо. Анализ показал наличие деятельности предприятия, направленной на снижение экологического воздействия.

Based on the analysis of the enterprise documentation, the environmental activities of the Minsk Metro are considered. The consumption of energy, resources, the level of environmental impact are analyzed. The main environmental impact of the enterprise is the producing of waste when servicing subway lines and performing repairs on the basis of two depots was shown. The analysis showed the presence of enterprise activities aimed at reducing environmental impact.

*Ключевые слова:* транспорт, метрополитен, окружающая среда, экологическое воздействие, энергия, отходы, водопотребление, выбросы, вибрация, шум.

*Keywords:* transport, metro, environment, environmental impact, energy, waste, water consumption, atmospheric emissions, vibration, noise.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-2-382-385>

Стремительный рост населения и увеличение площади застройки, высокая концентрация промышленных предприятий, развитие транспортных магистралей и, как следствие, возрастание экологической загрязненности – характерные основные признаки больших городов.

Среди больших проблем крупных мегаполисов основной является транспортная. Она связана, в первую очередь, с резким увеличением количества автомобилей и отсутствием достаточного места для стоянки, что приводит к снижению пропускной способности существующих проспектов и улиц.

Большие города сегодня немыслимы без оптимально разветвленной сети транспортных магистралей, связывающей жилые и промышленные районы, обеспечивающей быстрый доступ и удобство передвижения населения в различных направлениях.

Значительная отдаленность «спальных районов» от центра города существенно увеличивает долю пассажирских перевозок на длинные расстояния, с которыми существующие маршруты наземного транспорта справиться не могут.

В настоящее время решение транспортной проблемы больших городов рассматривается совместно с другими градостроительными задачами. В ряде случаев при организации в мегаполисах движения в приоритет берется «социальная стоимость» общественного транспорта, т.е. максимальная его доступность, при этом не учитываются возможные риски и угрозы экологического характера, связанные с загрязнением окружающей среды, возникающим шумом и вибрацией.

Экологические проблемы современных мегаполисов относятся и к стремительно развивающемуся городу Минску.

В складывающейся обстановке одним из приоритетных направлений является использование в городе Минске экологических видов транспорта, одним из которых является метрополитен.

Метрополитен характеризуется как общественный городской транспорт повышенной комфортности, связывающий отдаленные части мегаполиса. В то же время, в литературе недостаточно информации о воздействии метрополитена на окружающую среду.

Сегодня государственное предприятие «Минский метрополитен» – это 30 структурных подразделений, включающих: 9 служб, 2 электродепо, 12 отделов, аппарат главного ревизора по безопасности движения поездов, ситуационный центр, лабораторию метрологии, 4 сектора и 2 общежития.

Минский метрополитен – это 29 станций с 51 вестибюлем. Подвижной состав столичной подземки насчитывает 361 вагон, сформированный в 72 состава. Общая длина путей в однопутном исчислении с тупиками и путевым развитием составляет около 106 километров.

С учетом глубины заложения, рельефа, инженерно-геологических условий и особенностей городской застройки линии Минского метрополитена являются подземными, мелкого заложения (глубиной до 20 метров).

Электроснабжение метрополитена осуществляется от энергетических систем города. Так как электропоезда, эскалаторы, санитарно-технические установки работают от тока различного рода, поступаемый переменный трехфазный ток в метрополитен напряжением 10 кВ преобразовывается:

- электропоезда, работают от постоянного тока напряжением 825 В;

- эскалаторы, от переменного тока напряжением 380 В;

- санитарно-технические установки (отопительные устройства, вентиляторы, перекачки санузлов), питаются током напряжением 380 и 220 В;

- осветительная сеть станций, работает от тока напряжением 220/127 В в подземных условиях и 220В – в наземных.

Анализ экологической документации Минского метрополитена [1,2] за 2017-2018 годы показал, что предприятие оказывает как прямое, так и косвенное воздействие на окружающую среду. Данное воздействие (рис.) основано как на потреблении материальных ресурсов для обеспечения деятельности предприятия, так и размещение в окружающей среде различных групп физических и химических воздействий, образующихся в результате деятельности.



Рисунок – Схема материальных потоков Государственного предприятия «Минский метрополитен»

**Физическое воздействие.** Вредное воздействие на окружающую среду от потребления самим метрополитеном электрической энергии минимально и в основном связано с тепловыделением, образованием блуждающих токов, наличие вибрации от движения электро-подвижного состава. Метрополитен функционально является большим потребителем электрической электроэнергии, которая на территории Республики Беларусь производится на тепловых электростанциях, использующих нефтепродукты (мазут и природный газ). Так, более 50% потребляемой на территории Республики Беларусь электроэнергии производится на двух ГРЭС – Новолукомльской и Березовской,

а часть производится на ТЭС. Таким образом, можно сказать, что, потребляя большое количество энергии, метрополитен косвенно негативно воздействует на окружающую среду (в виде выбросов от электростанций).

К основным мерам, направленным на снижение энергопотребления и негативного воздействия на окружающую среду относятся:

- строгое соблюдение оптимальных скоростных режимов движения электропоездов, так как резкое увеличение скорости электропоезда приводит к существенному потреблению электрической энергии (основная причина перерасхода электрической энергии в метрополитене);
- внедрение новых образцов энергосберегающей техники и оборудования (ввод в эксплуатацию новых электропоездов «Штадлер», замена люминесцентных ламп на светодиодные и т.д.);
- рациональное проектирование объектов метрополитена с целью использования их конструктивных особенностей в решении отдельных задач обеспечения его функционирования без применения электрооборудования либо минимальным его использованием (естественные вентиляция и самотечный водоотвод, поддержание комфортного микроклимата посредством естественного поддержания температурных режимов и т.д.).

Метрополитен является источником повышенной вибрации и шума, которая распространяется по грунту и вследствие передается на фундаменты зданий, особенно в местах неглубокого залегания линии метрополитена.

Вибрация, создаваемая в помещениях жилых и общественных зданий от движения поездов метрополитена, непостоянная. Она носит прерывистый характер в полосе частот 20–95 Гц. Средний показатель уровня шума на платформе Минского метрополитена составляет около 89 дБ, а в вагонах 93 дБ, при допустимой норме 60 дБ. Вибрация и шум может повлечь такие заболевания, как невроз, гипертония, глухота, вегетососудистая дистония.

Государственное предприятие «Минский метрополитен» в целях снижения вибрации и шума проводит следующие мероприятия:

- использование при укладке длинномерных рельсов,
- использование амортизирующих креплений для рельс,
- укладка резиновых профилированных прокладок под рельсы,
- применение antivибрационных устройств для рычажно-тормозной передачи,
- использование колес для подвижного состава с пневматическими шинами.

*Химические виды воздействия метрополитена на окружающую среду.*

Отходы – вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности, жизнедеятельности человека и не имеющие определенного предназначения по месту их образования, либо утрачившие полностью или частично свои потребительские свойства [3].

В результате деятельности Минского метрополитена образование отходов имеет место при обслуживании линий метрополитена и при выполнении ремонтных работ на базе двух депо.

Образуются следующие отходы:

- отходы (куски, обрезки) черновой мебельной заготовки, фанеры, древесностружечных плит, древесноволокнистых плит, шпона, заготовок гнотоклееных и плоскостружечных и др.;
- ткани и мешки фильтровальные с вредными загрязнениями, преимущественно органическими;
- отходы минеральной ваты, загрязненные;
- отходы стеклотканей;

Эта группа отходов хранится до накопления транспортной единицы и в дальнейшем передается на захоронение.

- люминесцентные трубки отработанные, образуются на всех станциях Минского метрополитена. Эти отходы на станциях метрополитена не хранятся, централизованно передаются в электродепо «Московское» /электродепо «Могилевское», где накапливаются и передаются на обезвреживание.

В электродепо предусмотрен ремонт электропоездов и иного оборудования. При их покраске выделяются вредные вещества, такие как: тяжелые металлы (свинец, хром, цинк, кадмий и др.), летучие органические соединения, изоцианаты, фталевый и малеиновый ангидриды, формальдегид, жирные кислоты и другие соединения, выделяющиеся при сушке краски. Всего в покрасочных работах в 2018 году было израсходовано 2,249 тонны краски и 0,533 тонны растворителя (в 2017 году – 4,855 тонны краски; 0,9 тонны растворителя). В 2018 году при предприятии ремонтных работ израсходовано 0,517 тонн электродов и сварочных проволок (в 2017 г.- 1,265 тонн) [2]. В тоже время, общий (валовый) объем выбросов в атмосферный воздух предприятия не превышает 3 тонн, т.е., в соответствии с экологическим законодательством, нормирование выбросов предприятию не требуется.

Водоснабжение – деятельность, направленная на обеспечение потребностей в воде водопотребителей.

Подземные сооружения метрополитена оборудуются объединенной системой водоснабжения, которая обеспечивает хозяйственно-питьевые (обмывка тоннелей, влажная уборка станций, обеспечение водой душевых, умывальников, санузлов), технологические (водяное охлаждение воздуха для вентиляции и пр.) и противопожарные нужды. Наибольший расход воды приходится на обмывку станций и тоннелей.

Основным источником водоснабжения служит городская водопроводная сеть. Кроме того, для технологических целей предусматриваются специальные водозаборные скважины. В настоящее время для резервного водоснабжения в метрополитене оборудованы 18 артезианских скважин.

От вводов вдоль тоннелей и станций (под платформой) идут магистральные линии водопровода с ответвлениями к пожарным кранам и другим водоразборным точкам. Для обеспечения электроизоляции водопроводную магистраль в тоннеле прокладывают, как правило, на стороне, противоположной контактной рельсе.

Сооружения метрополитена, расположенные ниже земной поверхности, оборудуются системой самотечных и напорных водоотливных устройств. Вода, поступающая в тоннели, по трубам и лоткам, проложенным с соответствующим уклоном (самотечная система водоотлива), направляется в приемные резервуары (зумпфы) водоотливных установок, из которых насосами она перекачивается на поверхность в систему городского водостока. На станциях и пристанционных сооружениях самотечная система водоотлива направляет воду к местным водоотливным установкам, откуда она насосами перекачивается в общую систему водоотлива перегонных тоннелей или непосредственно в основные водоотливные установки.

При расположении санитарных узлов, душевых и медпунктов на поверхности фекальные жидкости сбрасываются самотеком в городскую систему канализации. В случае расположения санитарных узлов, душевых и медпунктов ниже поверхности земли фекальные жидкости от них поступают самотеком в приемные фекальные баки, из которых они перекачиваются фекальными насосами в городскую канализацию.

Таким образом, созданная система функционирования метрополитена обеспечивает минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 17.02-12-2014. Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок ведения учета в области охраны окружающей среды и заполнения форм учетной документации в области охраны окружающей среды.
2. Экологический паспорт Государственного предприятия «Минский метрополитен», с 2017 г.
3. Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами» от 20 июля 2007 г. № 271-3.

## ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СРЕДНИХ И МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНОВ РЕК ЗАПАДНОЙ ДВИНЫ, ДНЕПРА, ПРИПЯТИ HYDROPOWER POTENTIAL OF MEDIUM AND SMALL RIVERS OF BELARUS ON THE EXAMPLE OF RIVER BASINS OF WESTERN DVINA, DNIEPER, PRIPYAT

**В. Н. Корнеев, И. А. Булак**  
**V. Korneev, I. Bulak**

*Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
v\_korn@rambler.ru*

*Republican unitary enterprise “Central research institute for complex use of water resources”,  
Minsk, Republic of Belarus*

В последние годы наряду с остальными возобновляемыми источниками энергии возрастает роль гидроэнергетики, которая основана на использовании экологически чистой энергии водных потоков и позволяет комплексно решать проблемы водоснабжения, орошения, защиты от наводнений, значительно при этом уменьшая выбросы в окружающую среду. В публикации представлены результаты исследований по оценке гидроэнергетического потенциала средних и малых рек бассейнов рек Западная Двина, Днепр, Припять.

In recent years the role of hydropower has been growing along with other renewable energy sources. It is based on the use of environmentally friendly energy of water flows and helps to solve comprehensively such problems, as water supply, irrigation, flood protection, while significantly reducing environmental emissions. The publication presents the results of studies on assessment the hydropower potential of medium and small rivers in the Western Dvina, Dnieper and Pripyat river basins.

*Ключевые слова:* гидроэнергетический потенциал, гидрологический режим, морфометрические характеристики, кадастровый график, государственный кадастр возобновляемых источников энергии.

*Keywords:* hydropower potential, hydrological regime, morphometric characteristics, cadastre graph, state cadastre of renewable energy sources.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-2-385-388>

Важной задачей при использовании водно-энергетического потенциала средних и малых рек является проведение на них инвентаризации перспективных створов размещения гидроэнергетических установок и определение эффективности строительства объектов гидроэнергетики с учетом экологических аспектов их внедрения.