

УДК 712.2

О ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ОСВОЕНИИ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗОЛОШЛАКООТВАЛОВ ТЭЦ Г. БАРНАУЛА

Р. С. Жуковский, Л. Л. Субботина

Аннотация. В статье рассмотрены варианты возможной рекультивации земель существующих золошлакоотвалов ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 г. Барнаула. Приводятся данные о негативных воздействиях ЗШО на природу, российский опыт рекультивации ЗШО. Предложен эскизный проект градостроительной трансформации территории бывшего ЗШО в течение ближайшего столетия, превращения её в обитаемый район с лесопарковыми функциями.

Ключевые слова: золы ТЭЦ, золошлакоотвал, пульпа, пойма реки, рекультивация, лесопарки, градостроительство.

Современная энергетика г. Барнаула почти целиком формируется двумя предприятиями: ТЭЦ-2 в восточном и ТЭЦ-3 в западном территориальном секторе. При известной эффективности экологический вред от этих объектов несомненен. Однако он не заканчивается выбросом чёрного дыма в атмосферу и сливом сточных вод. В пределах северных территорий Барнаула вот уже 60 лет размещаются так называемые золошлакоотвалы теплоэлектростанций. Научный опыт изучения подобных объектов в России говорит о том, что золошлакоотвал может оказывать постоянное негативное влияние на здоровье людей, животных, растений, всей местной экосистемы. Мы считаем, что тема негативного влияния золошлакоотвалов на экосистему всё ещё не является в достаточной степени обсуждаемой в научном и гражданском обществе, так, например, как обсуждается проблема полигонов твёрдых бытовых отходов.

Золошлакоотвал (далее ЗШО) – это масштабная искусственная выемка, грунтовый резервуар, используемый для складирования выгоревших топливных отходов ТЭС – золы-уноса и шлака, т. е. пустой породы. Подаются отходы в виде т. н. пульпы (разбавленные технической водой зола и шлак) по многокилометровым металлическим золошлакопроводам. Резервуар ЗШО имеет, как правило, две секции: в одной непосредственно скапливается пульпа, в которой довольно скоро шлак и зола оседают, а оставшаяся вода слоем 20-50 см сливается во вторую секцию, в которой производится механическая фильтрация и выпуск такой «очищенной» воды, например, в водоём [1, 4]. В Барнауле это так и производится, так как городской ЗШО находится в пойме реки Оби,

всего на пять метров выше уровня воды и в километре от берега.

Зола и шлак не безобидны в химическом отношении. Изучение ряда исследований влияния ЗШО на природу в разных регионах России создаёт среднюю картину характера загрязнения и способа его осуществления. Главным фактором является первоначальный состав используемого угля, его примесей; вторым фактором – термическая обработка и химические процессы, приводящие к образованию ядов. Зола и шлак полностью переносят в пылевом состоянии такие вещества, как свинец, ртуть, никель, цинк, кадмий, медь, мышьяк, ванадий, ядовитые соединения фтора, оксиды серы и азота. Кроме того, угли почти всегда содержат радиоактивные изотопы, такие как калий-40, радий-226, торий-232 и др. [4, 5, 18]. Барнаульский ЗШО известен наличием радиоактивных компонентов тория и урана, которые создают повышенный, по сравнению с предельной нормой, радиационный фон [25]. Повышение радиоактивности связано в равной степени с процессом сжигания топлива, а не только от её изначального уровня в угле.

Процесс воздействия ЗШО на экосистему включает [5, 6, 7]:

1. Непосредственное отравление почвы в радиусе до километра соединениями тяжёлых металлов, в том числе радиоактивных. Например, накопление тория в растениях имеет мутагенное влияние, что по цепочке становится опасным для скота, а следовательно, и для людей.

2. Отравление подземных вод. Техническая вода может частично просачиваться сквозь толщу наслоений шлака и золы прямо в грунтовые воды, которые в т. ч. при

заполнении ЗШО могут подниматься и перемещаться на значительные расстояния, попадая и в реки, и в питьевые источники, а также в удалённые почвы. Объём инфильтрационных отравленных вод может составлять тысячи кубометров в год.

3. Фильтрация (осветление) воды в ЗШО не может быть абсолютной, поэтому загрязняется и пойма, и бассейн реки-водоёма, что может стать катастрофическим в случае переполнения ёмкости.

4. Когда вода уходит при механическом воздействии либо при засухе, слоистая поверхность золошлака обнажается. Из-за чрезвычайной дисперсности частицы золы и дробленого шлака не удерживаются на поверхности, и при сильном ветре разносятся на огромные расстояния, вместе с микрогранулами отравляющих элементов. Так, превышение ПДК золы в воздухе отмечается на расстоянии даже более 4 километров от зольника (при сильном ветре), а в радиусе порядка 10 км разносится и осаждается порядка 6 тыс. тонн золы на 1 км² в год, т. е. каждый день в среднем это 15 тонн.

5. Отмечается влияние на атмосферу пылящих зольников. Случаи кислотных дождей после таких зольных бурь и выпавший в 2009 году в Омске чёрный снег – не требующие комментариев события. Суммарные выбросы золы и шлака в атмосферу может превышать десятки тонн в год [21].

Ёмкость ЗШО, естественно, ограничена, и примерно раз в десять лет его территорию либо расширяют, либо надстраивают дамбу (борта резервуара) во избежание разлива пульпы, как это произошло в Архангельске в 2005 году [22]. В нашем городе отсыпку секций золоотвала производили в последний раз в 1992-1993 гг., и скоро потребуются его новое увеличение.

Местные зольники были созданы в конце 1950-х гг. на северо-западе города, в пойменной части реки ниже основного плато на 120 метров, что было грамотным решением с учётом розы ветров и размещения жилой застройки того времени преимущественно в восточном территориальном секторе. Удалённость жилья не менее чем на 8 км, преобладающие ветры (ЮЗ и СВ), а также крутой уклон плато в восточной части – всё это делало ЗШО относительно безопасными для людей в годы XX века.

В настоящее время общая площадь двух ЗШО достигает 3,3 км² (или 330 га), объём золошлака в бассейнах оценивается в 15 млн. тонн, что означает глубину золошлакового

грунтового слоя порядка 2-3 м. Пятикилометровый золошлакопровод от ТЭЦ-2 проложен по северному побережью Барнаула, что делает эту потенциальную обширную рекреацию местом 2-ой категории санитарной опасности. При этом, застройка города довольно стремительно развивается в западном направлении. Если в соответствии с Генеральным планом города до 2025 года за пос. Солнечная поляна будет выстроен большой северо-западный жилой район, то он может оказаться под заметным влиянием возможных зольных бурь, так как:

1. Взаимное расположение «гороховых полей» и золоотвалов находится на линии СВ-ЮЗ, что соответствует по розе ветров самым сильным и частым ветрам в течении года;

2. Плато по этому направлению становится очень пологим (уклон всего 2-3°), массивных зелёных насаждений по этому направлению нет, что практически никак не препятствует ветровому распространению золошлака.

Кроме того, огромная территория поймы реки (ок. 25 км²), находится в непосредственном и постоянном отравляющем воздействии двух зольников: она не может эффективно использоваться и отчуждается и из народного хозяйства, и из сбалансированной экосистемы.

Конечные последствия существования золошлакоотвалов для экосистем: мутации, миграции, вымирание, опустынивание в течение продолжительного периода. Для человека: развитие онкологий, заболеваний дыхательных путей, внутренних органов и нервной системы. Сокращение качества и продолжительности жизни, снижение иммунитета.

Ситуация с ликвидацией золошлакоотвалов в России сегодня остаётся одной из неблагоприятных в индустриально развитых странах. Главным образом, это связано с тем, что лишь 4 % золошлака [23] используется как вторсырьё, приемлемое при дорожном строительстве и производстве кладочных материалов. Однако площади всех зольников страны уже превышают 200 км² (т. е. сопоставимо с г. Бийском), в которых отложено порядка 1,5 млрд. тонн золошлака стоимостью свыше 2 трлн. рублей [24]. Очевидно, что переработать полностью такие объёмы этого материала даже в отдельно взятом зольнике ещё не представляется возможным. Следует так же отметить, что кузнецкий уголь даёт золу третьей группы инертности, с высоким содержанием оксидов кремния и алюминия, что делает такую её

ПЕРСПЕКТИВНАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ ЗОЛОШЛАКОТВАЛОВ ТЭЦ Г. БАРНАУЛА

плохо твердеющей и малопригодной для вторичного использования. Поэтому, помимо ликвидации через переработку может всерьёз рассматриваться и альтернативный вариант: рекультивация вырожденных золоотвалами ландшафтов.

Рекультивация может преследовать разные цели. Самый «лёгкий» вариант – восстановление территории под заливные луга или сплошные лесопарковые насаждения; «средней» сложности – под капитальное строительство (в том числе, жилое); самый трудный и технологически сложный – восстановление под сельскохозяйственные нужды. В рамках данной статьи будет рассмотрена рекультивация территории зольников под зелёные насаждения.

Существуют документы, содержащие общие указания по осуществлению такой рекультивации [2; 3; 8, 11, 12, 14; 20]. Технологический процесс выглядит следующим образом:

1. За несколько лет до начала рекультивации: высадка по периметру золоотвала неприхотливых быстрорастущих пород деревьев (лиственница, берёза и др.) с хорошим пылепоглощением кроны – особенно широкий пояс (15-20 м) по направлению господствующих ветров.

2. Производится осушивание территории ЗШО до обнажения зольного слоя, при этом пыление хорошо поглощается выросшим защитным лесом. Начинаются планировочные работы прямо по территории золошлака – до выравнивания.

3. Устраивается плодородный слой почвы толщиной 15-30 см. Желательно это производить сразу по всей площади, во избежание надувания золой. Далее, устраиваются мелиоративные и оросительные системы.

4. Производятся первые посевы, «очищающие» и восстанавливающие бедную на азот, калий и фосфор зольную почву. Среди таких трав могут быть донники, мятлик луговой, костёр безостный, и, по результатам исследований Щиренко А.И. и Гуриной И.В. [9; 19], одним из лучших рекультивационных сочетаний стала «тройка» эспрацет-пырей+кострец. Эти растения в первые три года следует скашивать и сжигать, так как они не годны и для скота из-за повышенного содержания тяжёлых металлов.

5. Основной этап рекультивации: залужение золоотвала и образование гумуса как компонента полноценной почвы. Высаживаются деревья, с активным

внесением удобрений, при постоянном поливе. Также может производиться сидерация – одно-двухкратный посев-вспашка бобовых растений (горох, клевер, люцерна и т. п.). Деревья могут высаживаться рядами или в шахматном порядке в 2-3 м друг от друга.

Опыт первых рекультиваций золоотвалов в лесопарки, произведённых в середине 60-х гг. даёт сегодня, спустя пятьдесят лет, утвердительные результаты и оправдывает затраты. Интересно то, что, как отмечает Лукина Н. В., экологическое равновесие на таких почвах всё ещё до конца не восстановлено, и при свободной «конкуренции» сорные микотрофные травы (находящиеся в симбиозе с грибами) начинают вытеснять изначально посеянные культуры, так что, можно полагать, что за последующее столетие данная экосистема сольётся с естественным окружением и спустя 150 лет не останется никаких следов бывшего ЗШО [13].

В современной России уже есть прецеденты масштабных рекультиваций, которые обещают быть успешными. Так с 1992 г. поэтапно восстанавливается экосистема на месте золоотвала №1 крупнейшей в Екатеринбурге Рефтинской ГРЭС. Уже рекультивировано 4,4 км² под лес из сосны, ели, лиственницы, берёзы, тополя, ивы, с формированием порядка 150 м³ древесины на га (около 66 тыс. м³). Деревья здоровы и размножаются [10].

Другой пример – начавшаяся недавно рекультивация золоотвалов во Владивостоке. В 2011 году за шесть месяцев высажены деревья на территории 11 га бывшего ЗШО, в 2012 году – ещё 13 га. Программа по восстановлению продолжается, общий объём работ распространяется на 120 га [17].

Последние исследования биологов открывают возможности по использованию в условиях севера в качестве удобрений ила очистных сооружений (в самой северо-восточной части территорий Барнаула есть огромный иловый отвал), а также использование местного золошлака для рекультивации (как основного компонента первичной «тощей» почвы для неприхотливых растений).

Трудностями метода можно считать лишь его большую продолжительность – порядка 15-20 и более лет, и, конечно, высокую стоимость масштабного проекта, требующего, кроме того, сложной организации подряда и контроля. Бесспорно, такое мероприятие может быть даже не муниципального, но краевого или федерального уровня. Как

отмечал в интервью 2012 г. Ю. Н. Петерсон, предприниматель в этой области, «на сам золоотвал нужно 500 млн. рублей, на его рекультивацию – ещё больше» [15]. Действительно, введение в строй ЗШО №2 Новосибирской ТЭЦ-5 в 2007 году в тех ценах обошлось в 300 млн.рублей [16]. А грандиозный проект по полной рекультивации сопоставимого с барнаульским ЗШО в Усть-Каменогорске (хотя, в т.ч., вместе с переработкой золошлака и переводом ТЭЦ на газ) был оценен в 2011 г. в переводе на наши деньги в 2,1 млрд.рублей [26].

Известно, что запасов угля для бесперебойной работы предприятий в России хватит, по крайней мере, до XXIII века. В связи с этим, при рекультивации золоотвалов остаётся фактор существования самих ТЭЦ и ТЭС. Их приходится либо ликвидировать, либо переводить на газовое обеспечение, что является процессом финансово ёмким. Однако известно, что при осуществлении рекультиваций в Екатеринбурге и во Владивостоке в обоих случаях перевод на газ местных ТЭЦ был успешно осуществлён.

Таким образом, можно выдвинуть предположение: при осуществлении рекультивации территории нынешних сравнительно небольших барнаульских золоотвалов будет восстановлена местная экосистема и устранён вред пыления на заселённые и сельскохозяйственные территории с содержанием отравляющих тяжёлых и радиоактивных веществ. Возможное начало работ в ближайшее десятилетие позволит уже во второй половине XXI столетия прогуляться будущим барнаульцам по «Северной обской набережной», созданной на месте золоотвала ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 и прилегающих территорий.

Однако любой парк требует контроля, ухода и действий, направленных на его развитие. В рамках существующей освоенности территорий парк на бывших ЗШО будет удалён от ближайших населённых мест не менее чем на 1,5 км, а с учётом единственной проложенной туда по наиболее пологому склону плато автомобильной дороги это расстояние увеличивается в среднем ещё на 0,5 км. Из этого следует, что возможное внимание будущих градостроителей к территории золошлакоотвалов, в сущности, не сможет дать адекватных решений без комплексного освоения всей обширной прилегающей территории, занимающей, по крайней мере, 16 км².

В ближайшей временной перспективе не намечается явных сдвигов в сторону рекультивации ЗШО, хотя эта проблема упоминается в Генеральном плане г. Барнаула от 2005 года. Пока можно выдвинуть гипотетические варианты комплексного освоения территорий северной окраины города Барнаула.

Автор считает приемлемым размещение на данной территории оранжерейно-садоводческого комплекса в рамках городского округа. Предложена схема функционального зонирования (см. рисунок 1-2). Предполагаются:

1. Посёлок городского типа в южной части территории, не требующей масштабного намывания территорий. Дома малой и средней (до 4-5) этажности. Автономная инфраструктура: школа, магазины, и др. Расположенность под склоном плато, с одной стороны, уберегает от полигона ТБО, расположенного в направлении господствующих ветров, но с другой стороны, может потребовать мер по укреплению склонов плато во избежание оползней.

2. Зелёный сектор. Предполагает две части: сплошной рекультивационный лес на двух территориальных пятнах бывших ЗШО и парковый центр между ними. Его особенностью для зрителя, по замыслу, должен стать проходящий по всей длине бульвар, с которого будет открываться визуальное «окошко» на степные дали, зрительно заключённое между двух стен рекультивационного леса. В конце пути, вид на северную степь и пойму будет раскрываться, на контрасте, на весь видимый горизонт.

3. Фермерские, оранжерейные, садоводческие хозяйства будут расположены в конце парка, к северу от центра территории. Фактически это будет территориальным местом занятости местного населения.

4. Окружающие территории. Расположение в пойменной зоне, часто затопляемой, создаёт наибольшую неопределённость в возможном их освоении. Очевидно, что намывание грунта в рамках комплексного освоения территорий здесь всё же придётся производить; вопрос в том, насколько велики могут быть эти работы. Использование этих земель под заливные луга или полноценные

ПЕРСПЕКТИВНАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ ЗОЛОШЛАКООТВАЛОВ ТЭЦ Г. БАРНАУЛА



Рисунок 1 – Существующая схема использования территорий



Рисунок 2 – Перспективная схема рекультивации и использования территорий

злаковые поля даст разные решения. Во всяком случае, капитально строительство здесь, по-видимому, не представляется целесообразным, и данные территории следует видеть как сельскохозяйственные вспомогательные.

Вывод: рекультивация барнаульских золошлакоотвалов будет более эффективной при последующем комплексном освоения всей прилегающей территории, которое обязательно должно предполагать автономное поселение, основным предметом деятельности которого может стать

поддержание и развитие местного парка и рекультиационного леса, а также оранжерейного и садоводческого хозяйств.

Список литературы

1. СО 34.27.509-2005. Типовая инструкция по эксплуатации золошлакоотвалов.
2. ГОСТ 17.5.3.04-83 Общие требования к рекультивации земель.
3. РД 34.02.202-95 Рекомендации по рекультивации отработанных золошлакоотвалов ТЭС /М.: 1997.
4. Умбетова, Ш. М. Размещение золоотвалов и влияние золоотвального хозяйства ТЭС на окружающую среду / Ш. М. Умбетова, А. Кожакан. – КазНТУ им.К.И. Сатпаева, 2010.
5. Черенцова, А. А. К вопросу об оценке воздействия золоотвала Хабаровской ТЭЦ-3 на почвенный покров /А. А. Черенцова. – Тихоокеанский государственный университет, 2011.
6. Усманова, Л. И. Влияние золоотвалов читинских ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 на природные воды прилегающих территорий / Л. И. Усманова, М. Т. Усманов. – Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, 2010.
7. Вишневский, А. А. Вся правда о золе / А. А. Вишневский. – УрФУ им. Б.Н. Ельцина, 2010.
8. Шишелова, Т. И. Мониторинг золоотвалов ТЭЦ и пути снижения их негативного влияния на окружающую среду / Т. И. Шишелова, М. Н. Самусева Иркутский государственный технический университет, 2005.
9. Щиренко, А. И. Технология растительных мелиораций рекультивируемых золоотвалов на примере второй секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС / А. И. Щиренко. – Новочеркасск, 2010.
10. Залесов, С. В. Эффективность лесной рекультивации золоотвала Рефтинской ГРЭС / С. В. Залесова, Зверев А. А., Оплетав А. С., Залесова Е. С.; и др. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2012.
11. Раков, Е. А. Флора и растительность разновозрастных золоотвалов Нижнетуриной ГРЭС / Е. А. Раков. – Екатеринбург :УГУ, 2006.
12. Белозёрова, Т. И. Рекультивация золоотвалов тепловых электростанций в условиях Севера / Т. И. Белозёрова. – Архангельск, 2006.
13. Лукина, Н. В. Особенности формирования флоры и растительности в условиях золоотвалов тепловых электростанций / Н. В. Лукина. – Екатеринбург, 2002.
14. Природоохранные технологии на ТЭС: сборник науч. статей / под ред. Г. Г. Ольховского. – М. : ВТЦ, 1996.
15. Экологичное строительство и отходы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ecology.md/page/ekologichnoe-stroitelstvo-i-ot-hody> (дата обращения: 17.02.2018).
16. Новый золоотвал Новосибирской ТЭЦ-5 готов к работе [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ksonline.ru/nomer/ks/-/id/1502/> (дата обращения: 17.02.2018).
17. Рекультивацию владивостокских золоотвалов продолжаем ОАО «ДГК» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://primamedia.ru/news/214125/> (дата обращения: 17.02.2018).
18. Золошлаки: классификация, свойства, направления использования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://zol.uscoz.ru/publ/1-1-0-6> (дата обращения: 17.02.2018).
19. Гурина И. В. Обоснование выбора культур для растительных мелиораций золоотвалов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.edu68.ru/nauka/141-obosnovanie-vybora-kultur-dlya-rastitelnyx-melioraczij-zolootvalov.html> (дата обращения: 17.02.2018).
20. Способ залужения золоотвалов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/229/2293455.html> (дата обращения: 17.02.2018).
21. Штриплинг, Л. О. Анализ причин выпадения «чёрного снега» на территории г. Омска [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.omgtu.ru/general_information/media_omgtu/journal_of_omsk_research_journal/files/arhiv/2014/2\(134\)/181-254%20%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F.pdf](https://www.omgtu.ru/general_information/media_omgtu/journal_of_omsk_research_journal/files/arhiv/2014/2(134)/181-254%20%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F.pdf) (дата обращения: 17.02.2018).
22. На Архангельском ЦБК произошёл прорыв дамбы золоотвала [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www1.appm.ru/news/2005/704.shtml> (дата обращения: 17.02.2018).
23. Иванов, В. В. Перспективы использования сухой золы уноса Рефтинской ГРЭС в дорожном строительстве [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_18068403_51267068.pdf (дата обращения: 17.02.2018).
24. Куда девать золу? Проблема переработки золошлаковых отходов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.prostroyat.ru/content/kuda-devat-zolu-problema-pererabotki-zolo-shlakovyh-othodov> (дата обращения: 17.02.2018).
25. Использование водных ресурсов промышленными и сельскохозяйственными предприятиями [электронный ресурс]. Режим доступа: https://studwood.ru/1156734/ekologiya/ispolzovanie_v_odnyh_resursov_promyshlennymi_selskohozyaystvennymi_predpriyatiyami (дата обращения: 17.02.2018).
26. Усть-Каменогорск неизвестный – какое «кольцо» окружает город? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.facebook.com/NewspaperFlash/photos/pcb.601449926707868/601449883374539/?type=3> (дата обращения: 17.02.2018).

Сведения об авторах

Жуковский Роман Сергеевич, старший преподаватель кафедры ТИАрх АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e-mail: romanzsolar@mail.ru

Субботина Людмила Леонидовна, старший преподаватель кафедры ТИАрх АлтГТУ им. И.И. Ползунова.