

## ПОДЗЕМНО-НАЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС ПО УПРАВЛЕНИЮ ОТХОДАМИ

**Т.М. Хафизов<sup>1</sup>, А.Х. Байбурин<sup>2</sup>, С.Е. Денисов<sup>2</sup>,  
Р.А. Тупицын<sup>2</sup>, Д.С. Тупицына<sup>2</sup>, М.А. Каминский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ООО «СК-Проект», г. Челябинск, Россия

<sup>2</sup> Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Статья затрагивает актуальные темы: утилизация и переработка твердых бытовых отходов и промышленных шлаковых отходов. Объектом проектного исследования является подземно-наземный комплекс по управлению отходами.

Сформулирована концепция подземного комплекса по управлению отходами с функциями сортировки, сжигания, утилизации твердых коммунальных отходов. Предложена технологическая цепочка, выстроенная вертикально вниз с возможностью возврата вверх в виде энергии или прессованных тюков для продажи сырья. В технологии предлагается применять солнечные панели, производящие электроэнергию, которая вливается в общий энергетический баланс комплекса. Для резервации и сохранения электроэнергии запроектированы гравитационные энергонакапливающие элементы, позволяющие в нужный момент дополнить недостающую электроэнергию.

Технология строительства комплекса базируется на двух изобретениях: «Способ формирования железобетонных изделий посредством опускающегося бетона» и «Способ строительства подземного многоэтажного сооружения». Данная технология позволяет строить до глубины 100 метров, а с глубины 25 метров является практически безальтернативной. Все работы по производству монолитного каркаса выполняются на поверхности земли. Геомассив закрепляется горизонтальными грунтовыми анкерами и вертикальными буронабивными сваями с тросовыми затяжками анкеров. Результат – экономическая и технологическая эффективность. Инновационная технология позволяет строить не только подземные, но и наземные сооружения, а также применима к возведению жилых домов из блок-комнат.

*Ключевые слова: биосферная совместимость, управления отходами, здания и сооружения, подземное строительство, способ опускающегося бетона.*

### Введение

Начало четвертой промышленной революции ставит вопросы совместимости техносферы, социума и природы. Законом № 89-ФЗ с 1 января 2019 года введены новые правила обращения с ТКО – твердыми коммунальными отходами. С целью снижения нагрузки на окружающую среду подход к складированию, вторичной переработке и захоронению ТКО меняется в корне.

В России ежегодно образуется более 5 млрд т отходов. Из них твердые коммунальные отходы – более 50 млн т. Перерабатывается менее 50 %. Объем накопленных отходов (более 39 млрд т) негативно влияет на качество жизни, отравляя биосферу [1].

Проблема захоронения или переработки твердых бытовых отходов, отвалов шлака, других ядовитых отходов успешно решается в Европе, например в Германии. Отходы изолируются и перерабатываются без соприкосновения с окружающей средой. Изоляция и резервация ядовитых отходов должна быть надежна и гарантирована.

В Германии от широкого использования полигонов отказались в 2005 году. В 2014 году из 300 существовавших полигонов лишь половина продолжает работать в ограниченном режиме, в основном для утилизации отходов горнодобы-

вающих и металлургических предприятий (данные Федерального ведомства по охране окружающей среды).

Новейшая технология фирмы BASF называется ChemCycling. Она заключается в том, что использованный пластик подвергают воздействию высоких температур – около 800 градусов по Цельсию. На выходе образуется этилен и пропилен, которые затем могут использоваться для производства газа или масел, а уже из этих веществ изготавливают новые пластиковые предметы. Первая партия опробована в октябре 2018 года на заводе в Людвигсхафене. В качестве следующего шага BASF планирует сделать продукты из пластика, согласовывая технологические и нормативные условия.

В Швейцарии завод Immark извлекает золото и серебро из мусора и представляет собой один из самых успешных примеров использования отходов как неисчерпаемого источника прибыли. Системы сортировки, переработки и очистки позволяют добывать килограммы золота и серебра, тонны железа и алюминия из отслужившей техники.

В Швеции один из самых высоких показателей в мире по утилизации бытовых отходов – около 99 %. Половина отходов идет на повторное использование и вторичную переработку. Другая

часть отходов после тщательной сортировки сжигается для получения энергии.

В Японии измельченные промышленные отходы используются для строительства дорог. Для возведения новых магистралей используют переработанное стекло. Строится остров из мусора, который планируется задействовать в проведении Олимпийских игр 2020 года.

Исследования показали, что деятельность многих промышленных предприятий России направлено исключительно на скорейшее получение прибыли и изначально не прорабатывает весь алгоритм биосферно-совместимых действий. Более того, получение прибыли предприятием зачастую обеспечивается использованием устаревших технологий, реализация которых ведет к деградации окружающей среды и губительно сказывается на здоровье граждан России [2].

Предлагаемые подходы могут быть успешно реализованы на Томинском месторождении медно-порфиновых руд в Челябинской области – одном из крупнейших медных месторождений в России. Международная независимая аналитическая консультационная группа CRV отмечает, что месторождение включено в 50 крупнейших месторождений мира. Томинское месторождение содержит медь, золото, серебро. Содержание металлов в руде – самое низкое в России, поэтому для эффективной работы потребуются большие объемы переработки. Эксплуатационные запасы руды на месторождении достигают 491 млн тонн. Планируемая производительность – до 28 млн тонн медной руды в год. В результате будет производиться до 264 тысяч тонн медного концентрата.

Устаревшими представляются предлагаемые способы захоронения отходов обогащения руды, весьма агрессивных по отношению к окружающей среде. Данные отходы должны быть надежно изолированы и захоронены (резервированы) [3]. Что значит изолировать и резервировать? Это значит,

что для отходов должны быть возведены спецсооружения, резервуары, обеспечивающие стопроцентную изоляцию от биосферы. Такое решение позволяет гарантировать долгосрочное хранение и возможность в дальнейшем вторичной переработки отходов. Данные резервуары, сооружения должны гарантированно эксплуатироваться 100–300 лет без разрушения, сохраняя надежность при техногенном или природном воздействии. Наиболее эффективным решением является создание подземных сооружений новым способом, отличным от традиционных [4–6].

### Описание нового способа

Данный способ относится к области возведения многоэтажных подземных сооружений различного назначения открытым способом и может использоваться в промышленном и гражданском строительстве. Основанием данной технологии является запатентованный способ опускающегося бетона [7, 8]. Под указанным способом понимается бетонная технология, противоположная методу скользящей опалубки, основанная на более полном использовании гравитационной составляющей усилий (рис. 1).

Опалубочная система представляет собой два вертикальных щита с минимальным уширением внизу (под конус). Вертикальные щиты неподвижны. Находящийся между ними горизонтальный щит опускается или поднимается под действием гидродомкратов. Горизонтальный щит соединен с механизмами подъема или опускания посредством металлических вертикальных стержней или тросов.

Процесс осуществляется следующим образом: в исходном состоянии горизонтальный щит опущен относительно верха вертикальных щитов на 30–50 см. Композитный материал (бетонная смесь) подается в опалубочную систему, где укладывается в пространство между горизонтальной и верти-

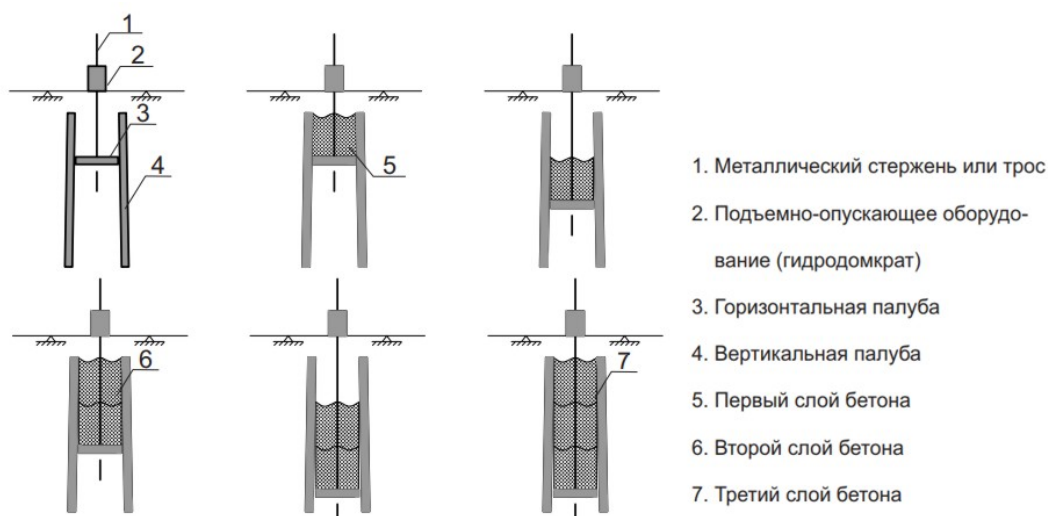


Рис. 1. Способ опускающегося бетона (патент № 2566540)

## Технология и организация строительного производства

кальной палубой. Между системой «бетон – палуба» находится полимерная пленка, которая перемещается вместе со смесью вниз. Этим снижаются силы сцепления, а удельное трение между пленкой и вертикальной палубой невелико. Первый слой композитной смеси набирает минимальную прочность при воздействии внутренних и внешних факторов.

Горизонтальный щит опускается при помощи гидродомкратов вместе с первым слоем вниз на расстояние 30–50 см. Затем на первый слой укладывается второй слой и, набирая прочность, опускается. Укладывается третий слой и опускается, и т. д. Постепенно первый и последующие слои нисходят ниже предела вертикальных щитов и т. д.

Способ строительства подземного многоэтажного сооружения, комплекса (рис. 2) имеет своей основой метод опускающегося бетона [8, 9].

На рабочей площадке производится горизонтальная планировка с обратной засыпкой несжимаемым грунтом. В определенных проектом местах бурятся вертикальные скважины на глубину до 150 м, которые обсажены стальными трубами, проармированы и забетонированы композитным бетоном высокой прочности. Данные сваи будут являться колоннами будущего подземного сооружения. Сверху на определенной технологической высоте колонн закрепляется и монтируется рабочая площадка, на которой находится грузоподъемное оборудование – гидродомкраты для опускания груза, ниже – опалубочная система. Немного уступая в диаметре сооружения, на горизонтально подготовленной площадке армируются и бетонируются по всей площади плиты перекрытия расчетной толщины, по две плиты – одна над другой. В дальнейшем

после опускания они являются этажными перекрытиями подземного сооружения. Данные плиты перекрытия закреплены на колоннах-сваях и одновременно подвешиваются к гидродомкратам.

Способом опускающегося бетона изготавливаются и опускаются стены к нижней плите и закрепляются. Под нижней плитой вынимается грунтовая масса на глубину 6 м и перемещается с помощью ленточного транспортера (или другим способом) наружу. Во время проектно-исследовательских работ тщательно изучается гидрогеологический массив в объеме 3D и предварительно временно купируются все опасные гидрогеологические воздействия (цементация, глинизация, силикатизация, смолизация или замораживание). Дополнительно начинается управление внешней гидрогеологической сферой путем искусственного перенаправления подземных гидропотоков, а также устройства вертикальных анкеров с затяжками и затем горизонтальных грунтовых анкеров. Последние будут связаны между собой гибкой прочной связью (трос, сетка) для закрепления «потревоженной» геосферы.

Особо подчеркнем, что геомассив в пределах воздействия на сооружение мы рассматриваем не как «враждебный» и воздействующий давлением и грунтовыми водами на подземный комплекс, а как изученный и временно управляемый [10–13].

Такой подход предлагается, например, для освоения подземного пространства Санкт-Петербурга, где изученность территории позволяет сделать инженерно-геологические 3D-карты по каждому кварталу города. Это даст возможность строить подземные сооружения на глубину до 50 м [14, 15].

Одной из особенностей технологии является



Рис. 2. Способ строительства подземного многоэтажного сооружения (патент № 2604098)

то, что на внешние вертикальные стены навешиваются резино-стальные подушки, накаченные газом с роликами для лучшего скольжения вниз. Подушки управляемые и при вибрации грунта увеличиваются или уменьшаются в объеме. Их функция – поглощение сейсмического воздействия на бетонную оболочку сооружения и предотвращение от обрушения стенок выемки.

В стенки котлована под углом 25–30 градусов от горизонта устраиваются грунтовые анкеры длиной от 10 до 50 м (анкеры своими корнями выходят за призму обрушения грунта). С помощью оголовков анкеров закрепляем грунт против обрушения – это временная вертикальная система крепления. Начинаем одновременно опускать на глубину 3–6 м внешнюю бетонную оболочку и нижнюю плиту перекрытия. На проектной отметке закрепляем к металлическим колоннам плиту перекрытия и бетонную стену. Вторая плита перекрытия опускается на место нижней. Затем на ней бетонируется следующая плита перекрытия, а нижняя закреплена к внешней бетонной оболочке. Далее под верхним этажом вынимается грунт, закрепляются стены грунтовыми анкерами [16, 17].

Формируя внешнюю оболочку способом опускающегося бетона, начинаем опускать вместе с первым этажом следующий этаж. Дополнительно для связи колонн между этажными плитами перекрытия вводим устройство – «скользящие металлические связи» (горизонтальные и вертикальные). Эти связи перемещаются при необходимости для устойчивости колонн. При окончании процесса первая нижняя плита будет находиться в основании комплекса. Данные комплексы могут применяться в промышленном и гражданском строительстве [18, 19], например, сооружения горно-химического

комбината в городе Железногорске (Красноярск-26), которые размещены под землей. По этому поводу известно мнение академика А.Д. Сахарова о том, что «будущее – за подземными атомными электростанциями», не наносящими вреда биосфере и являющимися самыми экологически чистыми по способу добычи электроэнергии [20]. В ЮУрГУ запатентован «Подземный ядерно-энергетический комплекс» (патент РФ № 2510088). Изобретение относится к устройствам для получения электрической энергии от радиоактивных отходов и может использоваться в энергетике [21].

### Применение нового способа строительства

Один из вариантов применения – это строительство подземно-наземных комплексов по управлению отходами с функциями сортировки, переработки, сжигания и утилизации ядовитых отходов. Данный комплекс должен перерабатывать твердые коммунальные отходы для города населением более одного миллиона человек, работа практически круглосуточно.

Основой технологии строительства являются патенты на изобретение: (патент № 2566540 «Способ опускающегося бетона») и (патент № 2604098 «Способ строительства подземного многоэтажного сооружения»). Технология является инновационной. Трудозатраты значительно снижаются при сравнительных характеристиках с передовой технологией Top-Down, с глубины более 25 метров.

Данный комплекс состоит из надземной и подземной части. Надземная часть представляет собой сооружение системы «Линдаб-Астрон» (рис. 3). Это металлокаркас размерами 100×100 м и высотой 9 м, со стеновым и кровельным покрытием из сэндвич-панелей.

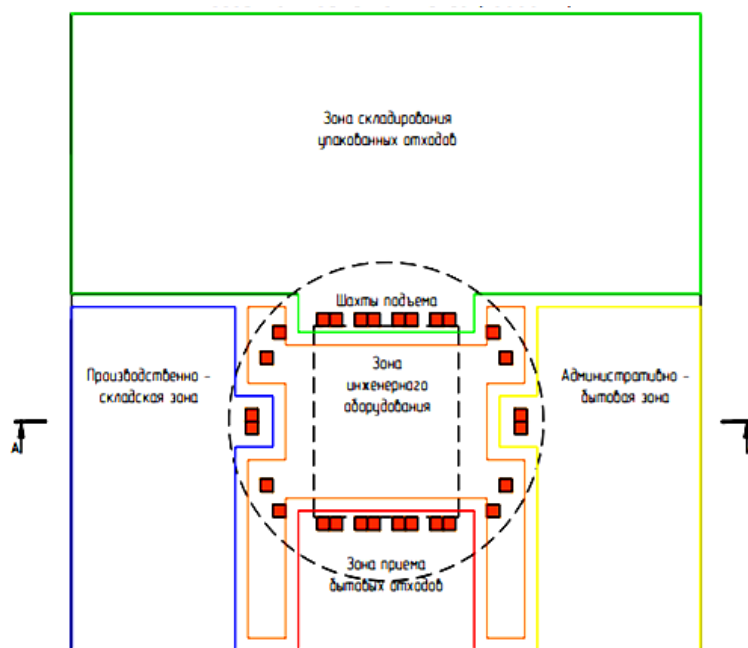


Рис. 3. Надземная часть комплекса переработки отходов

## Технология и организация строительного производства

Внутреннее пространство поделено на зоны:

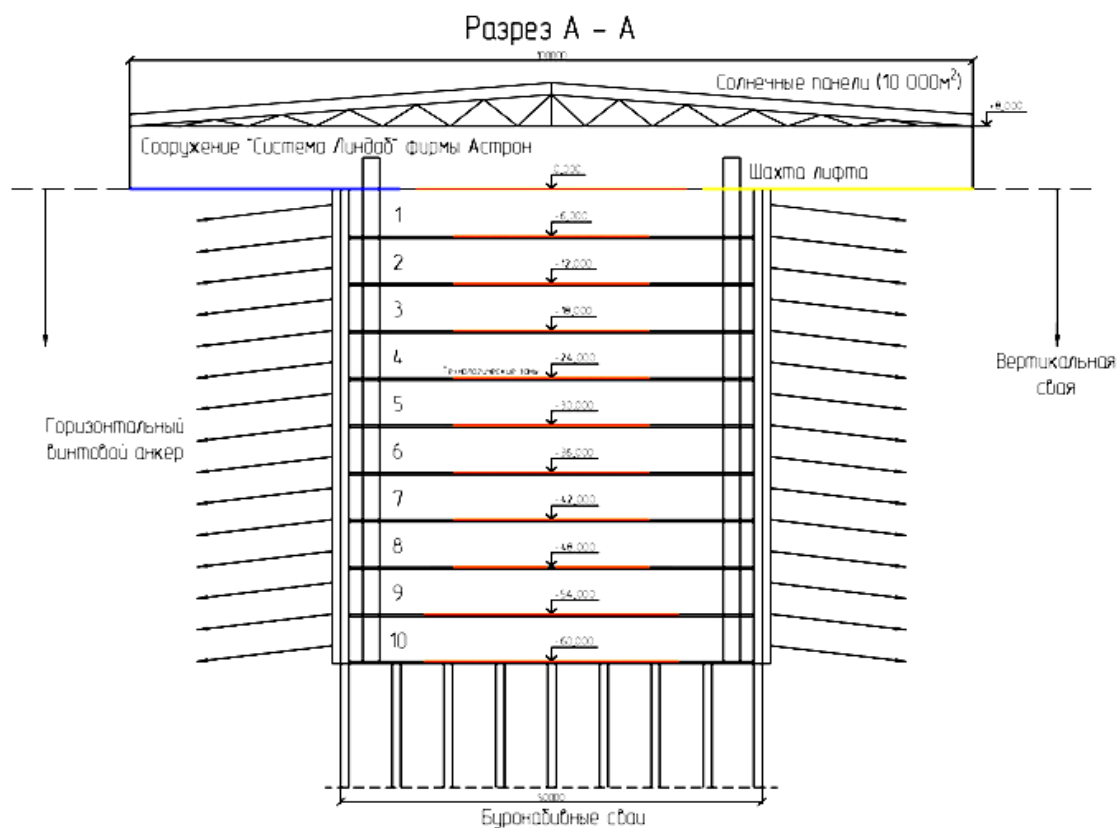
- 1) зона приёма бытовых отходов с шахтными бункерами, для приема отходов из автомусоровозов (в час – 16 мусоровозов, в сутки – 384 мусоровоза);
- 2) зона инженерного оборудования (очистка, вентиляция, рекуперация);
- 3) производственно-складская зона (энергохозяйство и т. д.);
- 4) зона складирования упакованных, прессованных отходов площадью 5500 кв. м для продажи на переработку (с трехдневным запасом хранения);
- 5) административно бытовая зона (офисы, служебные и бытовые помещения).

В надземной части нет технологических операций по переработке (кроме приёмки и отправки отходов). Надземная часть является «белым» производством, которое не влияет на окружающую биосферу, экологически нейтральна и не нарушает алгоритма биосферной совместимости. Подземная часть – это бетонный цилиндр диаметром 50 м и глубиной 60 м (рис. 4). Стены и основание полностью разделяют техносферу комплекса от геосферы. Это соблюдается при землетрясении или техногенном воздействии. Гарантируется эксплуатация комплекса в течение 100–300 лет.

Этажи с 1-го по 6-й подземного комплекса – это зоны переработки и упаковки отходов (рис. 5). При загрузке в шахты происходит опускание первичных отходов на первый этаж, где установлено 4 ряда технологического оборудования, которое

разрыхляет и отделяет от общей массы крупногабаритные элементы посредством механического и пневматического оборудования, а также разделяет материал по крупности на три фракции, спуская их ниже. Каждый ряд технологического оборудования независим друг от друга. Опускание разделенных фракций от всех 4 линий производится на 2-й этаж, фракции с первой линии остаются на 2-м этаже, а фракции со 2-й, 3-й, 4-й линии уходят по конвейерным линиям, расположенным под потолком, в сторону, где в свою очередь опускаются вертикально вниз, каждая на свой этаж. Вторая линия опускает на 3-й этаж, третья линия опускает на 4-й этаж, четвертая линия опускает на 5-й этаж. На 2–5-м этажах располагается типовое оборудование, которое позволяет извлечь из трех фракций полезный материал, который по отдельным конвейерным линиям перемещается на 6-й этаж, где его брикетируют гидравлические прессы и поднимают по шахтам наверх для складирования и реализации. Отходы могут перераспределяться в зависимости от загруженности линий, это будет делать оператор, который будет направлять мусоровозы для разгрузки в один из четырех бункеров приемщиков.

Часть отходов (до 10 %), непригодные для продажи, опускаются на 7-й подземный этаж, где обрабатываются, формуются с трехдневным запасом для сжигания. В дальнейшем опускаются в печи на 8-м этаже. На этаже находится парогенератор для преобразования тепловой энергии в



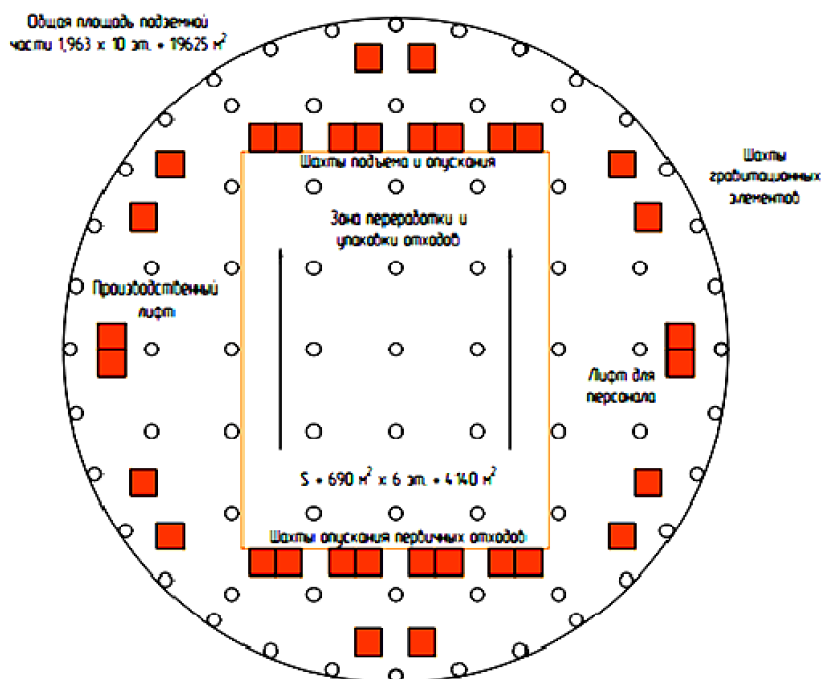


Рис. 5. Подземные этажи комплекса: с 1-го по 6-й

электрическую энергию. Данной энергии совместно с энергией от солнечных панелей, хватает для автономной работы всего комплекса. При сжигании остаются опасные и вредные вещества, которые не поддаются пока переработке. Они изолируются в контейнеры и опускаются на 9-й и 10-й этажи для хранения на ближайшие 100–300 лет.

На данном комплексе применены гравитационные элементы для сохранения энергии. Элементы оборудованы якорями весом около 10 т каждый, которые при избытке электроэнергии поднимаются вверх электродвигателями. При недостатке энергии якоря поочередно опускаются вниз, передавая через редукторы механическую энергию на электрогенераторы, тем самым производя дополнительную электроэнергию.

На крыше комплекса предполагается расположить солнечные панели общей площадью 8–10 тыс. кв. м. Солнечная радиация преобразуется в электрическую энергию, питая совместно с энергией от парогенераторов печей сжигания остаточных отходов весь комплекс. Полная автономность комплекса снижает себестоимость тонны отходов, увеличивая прибыль бизнеса при продаже подготовленных отходов.

*Технико-экономические показатели комплекса по управлению отходами:*

Надземная часть: здание 100×100 м и высотой 9 м. Площадь здания – 10 000 м<sup>2</sup>.

Подземная часть: диаметр – 50 м; глубина – 60 м; количество этажей – 10; площадь – около 20 000 м<sup>2</sup>; строительный объем – около 118 000 м<sup>3</sup>.

Примерная энерговооруженность: 1 МВт.

Выбросы диоксида углерода: отсутствуют (печь-агрегат МИСиС).

Общая стоимость под ключ – около 50 млн евро; стоимость 1 м<sup>2</sup> – 1667 евро; стоимость 1 м<sup>3</sup> – 424 евро.

Преимущества комплекса по сравнению с традиционными мусороперерабатывающими заводами: компактность; низкая стоимость; экологичность; близкая расположенность к жилой зоне; рентабельность.

Недостатки комплекса: неопробованный на практике; требуются зарубежные инвестиции (в основное оборудование); сложность нормативного обеспечения и получения государственного разрешения.

#### Заключение

Предложенный комплекс по управлению отходами основан на инновационных способах: способе формования железобетонных изделий посредством опускающегося бетона и способе строительства подземного многоэтажного сооружения.

Подземный комплекс по управлению отходами, на наш взгляд, отвечает наступающей парадигме четвертой промышленной революции (природосберегающие и биологические совместимые технологии). Главное его преимущество – минимальное воздействие на окружающую среду. Это обеспечивается преимущественно подземным расположением при совместной безопасной работе геосферы и комплекса. Основным условием безопасной работы комплекса является его сейсмостойкость, управление гидротоками в геомассиве, отсутствие взаимного проникновения противо-

положных природной и техногенной сред. Такие комплексы целесообразно возводить на месте старых свалок, полигонов отходов, поскольку при этом городской агломерацией уже отработана логистика (графики доставки, время, расстояние). Себестоимость утилизации будет наименьшая в сравнении с новыми полигонами. В настоящее время группа разработчиков проектирует вертикальную технологию переработки отходов, выполняет НИОКР по строительной части, надеясь на помощь таких институтов развития, как Сколково, НТИ и др.

Разработчики уверены: подземные комплексы – это шаг в будущее, это решение проблемы переработки отходов в России на основе принципа биосферной совместимости и это в перспективе международный продукт для совместного освоения, распространения по всему миру.

### Литература

1. Сотникова, О.А. Проблемы утилизации отходов производства экологически опасных и экономически важных объектов ЦЧР и пути их решения / О.А. Сотникова, Е.А. Жидко // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2017. – № 3(19). – С. 11–20.
2. Рассказова, Н.С. К вопросу о системе обращения с отходами в России (на примере субъекта РФ Челябинской области) / Н.С. Рассказова, Н.Т. Шеремет, В.И. Пронин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 3. – С. 347–352.
3. Абдрахманов, В.З. Использование отходов углеобогащения в производстве легковесного кирпича / В.З. Абдрахманов, Д.А. Лобачев, Е.С. Абдрахманова // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2016. – № 3(15). – С. 30–37.
4. Тетиор, А.Н. Проектирование и строительство подземных зданий и сооружений / А.Н. Тетиор, В.Ф. Логинов. – Киев: Будивельник, 1990. – 168 с.
5. Байцур, А.И. Заглубленные сооружения промышленных предприятий / А.И. Байцур. – Киев: Будивельник, 1990. – 81 с.
6. Банин, Л.А. Специальные методы строительства заглубленных помещений в сложных инженерно-геологических условиях / Л.А. Банин. – М.: ЦБНТИ, 1983. – 40 с.
7. Мацкевич, А.Ф. Проектирование и применение скользящей опалубки / А.Ф. Мацкевич. – Горький: ГТУ, 1984. – 70 с.
8. Пат. RU2566540C1 Российская Федерация, МПК7 E 04 B 2/84 (2006.01); E 04 G 11/22 (2006.01). Способ формирования железобетонных конструкций посредством опускающегося бетона / Т.М. Хафизов, С.Г. Головнев, С.Е. Денисов, Г.Т. Хафизов. – № 2014139756/03; заявл. 30.09.14; опубл. 27.10.2015, Бюл. № 30. – 2 с.
9. Пат. RU2604098C1 Российская Федерация, МПК7 E 02 D 29/045 (2006.01); Способ строительства подземного многоэтажного сооружения / Т.М. Хафизов, А.Х. Байбурун, С.Е. Денисов, Г.Т. Хафизов. – № 2015147095/03; заявл. 02.11.2015; опубл. 10.12.2016, Бюл. № 34. – 2 с.
10. ГОСТ 52085-2003. Опалубка. Общие технические условия. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 36 с.
11. Лернер, В.Г. Организация подземных пространств крупных городов / В.Г. Лернер. – М.: ГОСЦНТИ, 1975. – 33 с.
12. Сапачева, Л.В. Подземная урбанизация – необходимое условие устойчивого развития городов / Л.В. Сапачева // Жилищное строительство. – 2016. – № 11. – С. 12–13.
13. Коваль, В.С. Многопролетные многоярусные подземные сооружения в крупном городе в городской застройке / В.С. Коваль. – М.: МГЦНТИ, 1985. – 23 с.
14. Мостков, В.М. Подземные сооружения большого сечения / В.М. Мостков. – М.: Недра, 1974. – 320 с.
15. Мангушев, Р.А. Геотехника Санкт-Петербурга / Р.А. Мангушев, А.И. Осокин. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 264 с.
16. Оглоблин, В.Ф. Подземные этажи / В.Ф. Оглоблин, К.Н. Ильинский. – Донецк: Донбасс, 1978. – 143 с.
17. Байбурун, А.Х. Обеспечение качества и безопасности возводимых гражданских зданий / А.Х. Байбурун. – М.: Изд-во АСВ, 2015. – 336 с.
18. Технология и механизация строительного производства: в 2 т. / под общ. ред. С.С. Атаева, С.Е. Канторера. – М.: Высш. школа, 1983. – Т. 1. – 315 с.; Т. 2. – 359 с.
19. Ильичев, В.А. Мониторинг строительства многофункционального жилого комплекса с подземной автостоянкой / В.А. Ильичев, Н.С. Никифоров, А.В. Коннов, В.Р. Иртуганова // Жилищное строительство. – 2016. – № 6. – С. 29–32.
20. Горбулин, А.Н. Подземные атомные электростанции / А.Н. Горбулин // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2017. – № 2(18). – С. 37–44.
21. Пат. RU2510088C1 Российская Федерация, МПК7 G 21 H 1/06 (2006.01). Подземный ядерно-энергетический комплекс / Т.М. Хафизов, С.Е. Денисов, Г.Т. Хафизов. – № 2012142792/07; заявл. 08.10.2012; опубл. 20.03.2014, Бюл. № 8. – 2 с.

**Хафизов Тагир Мавлитович**, руководитель отдела перспективных разработок, ООО «СК-Проект» (Челябинск), x-t-m@mail.ru

**Байбурун Альберт Халитович**, доктор технических наук, советник РААСН, профессор, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), abayburin@mail.ru

Денисов Сергей Егорович, доктор технических наук, профессор, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), denisov52@mail.ru

Тупицын Роман Андреевич, магистрант, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), rwork74@yandex.ru

Тупицына Дарья Сергеевна, магистрант, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), dwork74@yandex.ru

Каминский Максим Андреевич, магистрант, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), maxim.kaminsky@bk.ru

Поступила в редакцию 6 июня 2019 г.

DOI: 10.14529/build190302

## UNDERGROUND AND ABOVE-GROUND COMPLEX FOR WASTE MANAGEMENT

T.M. Khafizov<sup>1</sup>, x-t-m@mail.ru

A.Kh. Baiburin<sup>2</sup>, abayburin@mail.ru

S.E. Denisov<sup>2</sup>, denisov52@mail.ru

R.A. Tupitsyn<sup>2</sup>, rwork74@yandex.ru

D.S. Tupitsyna<sup>2</sup>, dwork74@yandex.ru

M.A. Kaminskiy<sup>2</sup>, maxim.kaminsky@bk.ru

<sup>1</sup> LTD "SK-Project", Chelyabinsk, Russian Federation

<sup>2</sup> South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The article covers relevant topics: utilization and recycling of solid household waste and industrial slag waste. The object of the project study is an underground and above-ground waste management complex.

The concept of an underground waste management complex has been formulated, with the functions of sorting, burning, and utilization of municipal solid waste. A technological chain, built vertically downwards with the possibility of returning upward in the form of energy or pressed bales for the sale of raw materials, is proposed. Solar panels are suggested to be used to produce electricity, which adds up to the overall energy balance of the complex. For the reservation and conservation of electricity, gravitational energy-accumulating elements are designed, allowing to supplement up to the required amount of electricity at the right time.

The construction technology of the complex is based on two inventions: "Method of forming reinforced concrete products by means of lowering concrete" and "Method of building an underground multi-storey structure". This technology allows you to build to a depth of 100 meters down, and from the depth of 25 meters it becomes a single option. All work on the production of the monolithic frame are performed on the surface of the earth. The geo-massif is fixed by horizontal ground anchorage and vertical bore piling with cable anchors. The result is the economic and technological efficiency. The innovative technology allows you to build not only underground, but also above-ground structures, and is also applicable to the construction of block-rooms residential buildings.

*Keywords: biosphere compatibility, waste management, buildings and structures, underground construction, method of lowering concrete.*

### References

1. Sotnikova O.A., Zhidko E.A. [Problems of Production Waste Disposal of Environmentally Hazardous and Economically Important Facilities of the Central Black Earth Region and Ways to Solve them]. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere Compatibility: People, Region, Technology], 2017, no. 3(19), pp. 11–20. (in Russ.).

2. Rasskazova N.S., Sheremet N.T., Pronin V.I. [On the Issue of Waste Management in Russia (for Example, the Subject of the Russian Federation of the Chelyabinsk Region)]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2016, no. 3, pp. 347–352. (in Russ.).

3. Abdrakhmanov V.Z., Lobachev D.A., Abdrakhmanova E.S. [The Use of Waste Coal-Enrichment in the Production of Lightweight Bricks]. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere Compatibility: People, Region, Technology], 2016, no. 3(15), pp. 30–37. (in Russ.).



4. Tetior A.N., Loginov V.F. *Proyektirovaniye i stroitel'stvo podzemnykh zdaniy i sooruzheniy* [Design and Construction of Underground Buildings and Structures]. Kiyev, Budiv-el'nik Publ., 1990. 168 p.
5. Baysur A.I. *Zaglublennyye sooruzheniya promyshlennykh predpriyatiy* [Embedded Constructions of Industrial Enterprises]. Kiyev, Budiv-el'nik Publ., 1990. 81 p.
6. Banin L.A. *Spetsial'nyye metody stroitel'stva zaglublennykh pomeshcheniy v slozhnykh inzhenerno-geologicheskikh usloviy* [Special Methods for the Construction of Buried Premises in Difficult Geotechnical Conditions]. Moscow, 1983. 40 p.
7. Matskevich A.F. *Proyektirovaniye i primeneniye skol'zyashchey opalubki* [Design and Application of Sliding Formwork]. Gor'kiy, GTU Publ., 1984. 70 p.
8. Khafizov T.M., Golovnev S.G., Denisov S.E., Khafizov G.T. *Sposob formovaniya zhelezobetonnykh konstruktiv posredstvom opuskayushchegosya betona* [Method of Forming Reinforced Concrete Structures by Means of Descending Concrete]. Patent RF 2566540S1, no. 2014139756/03; decl. 30.09.2014; publ. 27.10.2015, Bul. no. 30. 2 p.
9. Khafizov T.M., Bayburin A.Kh., Denisov S.E., Khafizov G.T. *Sposob stroitel'stva podzemnogo mnogozhnoogo sooruzheniya* [Method of Construction of an Underground Multi-Storey Building]. Patent RF2604098S1, no. 2015147095/; decl. 02.11.; publ. 10.12.2016, Bul. no. 34. 2 p.
10. *GOST 52085-2003. Opalubka. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya* [Decking. General Specification]. Moscow, Gosstroy Rossii Publ., 2003. 36 p.
11. Lerner V.G. *Organizatsiya podzemnykh prostranstv krupnykh gorodov* [The Organization of Underground Spaces of Major Cities]. Moscow, 1975. 33 p.
12. Sapacheva L.V. [Underground Urbanization is a Prerequisite for Sustainable Urban Development]. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction], 2016, no. 11, pp. 12–13. (in Russ.).
13. Koval' V.S. *Mnogoproletnyye mnogoyarusnyye podzemnyye sooruzheniya v krupnom gorode v gorodskoy zastroyke* [Multi-Span Multilevel Underground Structures in a Large City in Urban Areas]. Moscow, 1985. 23 p.
14. Mostkov V.M. *Podzemnyye sooruzheniya bol'shogo secheniya* [Underground Structures of Large Section]. Moscow, Nedra Publ., 1974. 320 p.
15. Mangushev R.A., Osokin A.I. *Geotekhnika Sankt-Peterburga* [Geotechnical St. Petersburg]. Moscow, ASV Publ., 2010. 264 p.
16. Ogloblin V.F., Il'inskiy K.N. *Podzemnyye etazhi* [Underground Floors]. Donetsk, Donbass Publ., 1978. 143 p.
17. Bayburin A.Kh. *Obespecheniye kachestva i bezopasnosti vozvodimykh grazhdanskikh zdaniy* [Ensuring the Quality and Safety of Civil Buildings Being Built]. Moscow, ASV Publ., 2015. 336 p.
18. Atayeva S.S.(Ed.), Kantorera S.E. (Ed.) *Tekhnologiya i mekhanizatsiya stroitel'nogo proizvodstva: v 2 t.* [Technology and Mechanization of Construction Production: in 2 vol.]. Moscow, Higher School Publ., 1983, vol. 1, 315 p.; vol. 2, 359 p.
19. Il'ichev V.A., Nikiforov N.S., Konnov A.V., Irtuganova V.R. [Monitoring of the Construction of a Multifunctional Residential Complex with Underground Parking]. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction], 2016, no. 6, pp. 29–32. (in Russ.).
20. Gorbulin A.N. [Underground Nuclear Power Plants]. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere Compatibility: People, Region, Technology], 2017, no. 2(18), pp. 37–44. (in Russ.).
21. Khafizov T.M., Denisov S.E., Khafizov G.T. *Podzemnyy yaderno-energeticheskiy kompleks* [Underground Nuclear Power Complex]. Patent RF 2510088S1, no. 2012142792/07; decl. 08.10.2012; publ. 20.03.2014, Bul. no. 8. 2 p.

Received 6 June 2019

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Подземно-наземный комплекс по управлению отходами / Т.М. Хафизов, А.Х. Байбури, С.Е. Денисов и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 10–18. DOI: 10.14529/build190302

### FOR CITATION

Khafizov T.M., Baiburin A.Kh., Denisov S.E., Tupitsyn R.A., Tupitsyna D.S., Kaminskiy M.A. Underground and Above-Ground Complex for Waste Management. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2019, vol. 19, no. 3, pp. 10–18. (in Russ.). DOI: 10.14529/build190302