

3. Битумосодержащие материалы.

3.1 Характеристика битумосодержащих материалов.

Битумосодержащие материалы известны человеку давно, но широкое распространение получили вследствие изучения химических и физических свойств различных битумов. Исследователи заметили, что даже природный битум имеет потрясающие гидроизоляционные характеристики, а если добавить к такому битуму еще и искусственную присадку - так вообще получается изоляционный материал, не имеющий аналогов по характеристикам, в этой ценовой категории, да и не только. Из этой статьи Вы сможете почерпнуть для себя много информации относительно области применения битумосодержащих материалов, узнать, что же такое битумные материалы, и как они помогают людям в решении вопросов, связанных с ремонтом.

Для начала нужно сказать пару слов о том, что же это за материал. Итак, битум - это твердый продукт, представляющий собой смесь углеводородов и разнообразных кислородных, сернистых, азотистых или металлосодержащих производных. Битумы абсолютно не растворяются в воде, но частично растворимы в органических растворителях. Стоит заметить, что в таких универсальных растворителях, как сероуглерод, бензол или хлороформ битум растворяется практически полностью. Учитывая такие основные свойства битумов, битумосодержащие материалы стали использоваться в частности как изоляционный материал. Битумные материалы имеют широкую область применения, начиная от использования его как резинобитумная грунтовка, до применения их как покрытий во время дорожных работ. Если при укладке линолеума используют мастику на битумной основе, то, опираясь на расход битумной мастики, применяются резинобитумная грунтовка. Расход битумной мастики при этом напрямую зависит от площади обрабатываемой поверхности и от качества самой мастики. Современный строительный рынок предстает перед потребителем во всей своей красе. Поражает разнообразие, на рынке свободно можно найти

и битумно полимерные материалы, используемые в основном для изоляционных работ, и битум дорожный. Производители битума как правило не ограничиваются одной областью. Одни и те же производители битума реализуют в своем производстве черные битуминозные сланцы, но с такой же эффективностью могут производить битум дорожный. Стоит немного остановиться на таком материале как черные битуминозные сланцы. Этот материал является универсальным и может благополучно использоваться и как гидроизоляционный материал при строительстве зданий или мелком ремонте, так и при прокладке новых дорожных покрытий. Ни для кого не секрет, что битумно-полимерные материалы, как в принципе и все остальные, экономически выгоднее покупать оптом и у производителя. Если сделать заказ на цистерны битум производство цены станут на порядок ниже, да и само изготовление займет не так много времени как при покупке в розничной сети.

Битум применяется при строительных работах и служит чаще всего как гидроизоляционный материал и также для изоляции трубопроводов. Стоит заметить, что изоляция с применением битумных материалов, проводится при температуре не ниже 5 градусов по Цельсию. Существует два способа изоляции с помощью битума. Первый - битум предварительно подогревают, а в подогретом состоянии он становится текучим и хорошо размазывается по поверхности обрабатываемого материала. Второй - в холодный битум добавляется растворитель, например уайт-спирит, и битумный материал также приобретает свойство тягучести. Второй метод использовать не рекомендуется, так как растворители - зачастую летучие вещества, а их испарения опасны для здоровья человека. Если такая смесь будет по неосторожности подвергнута температурной обработке до того момента, когда растворитель полностью испарится - может произойти взрыв, вследствие чего не исключены ожоги и другие, вытекающие последствия. Но если грамотно подходить к процессу, то материал м 50 битум станет вам надежным, а порой и незаменимым помощником.

3.2 О применении отходов строительства для устройства покрытий внутрихозяйственных дорог

Внутрихозяйственные дороги входят в состав местных автомобильных дорог и соединяют центры в основном агропромышленных и лесопромышленных предприятий с подчиненными им подразделениями. Преимущественно это гравийные или грунтовые дороги. Такие дороги для улучшения функционирования народнохозяйственного комплекса нуждаются в твердом покрытии. Работая в условиях стесненного финансирования такие покрытия предлагается создавать из битумосодержащих отходов строительства и отходов минерального происхождения.

Внутрихозяйственные дороги входят в состав местных автомобильных дорог и соединяют в основном центры агропромышленных и лесных предприятий с подчиненными им подразделениями. Преимущественно это гравийные или грунтовые дороги категорий VI-а и VI-б в соответствии с ТКП 45-3.03-96-2008. Такие дороги для улучшения функционирования народнохозяйственного комплекса нуждаются в твердом покрытии. В условиях недостаточного финансирования такие покрытия предлагается создавать из битумосодержащих отходов строительства и отходов минерального происхождения.

В современных условиях развития хозяйств в сельской местности перевозкам различных грузов и пассажиров по внутрихозяйственным дорогам придается большое значение. Однако транспортно-эксплуатационное состояние внутрихозяйственных дорог не в полной мере удовлетворяет потребностям хозяйств в автомобильных перевозках. Содержание таких дорог в надлежащем состоянии – сложный процесс, требующий немалых затрат труда, денежных и материальных средств. Чтобы эти работы выполнялись своевременно, качественно и с наименьшими затратами, необходима хорошо налаженная система дорожного строительства и служб эксплуатации.

Сеть внутрихозяйственных дорог должна отвечать требованиям принятой технологии и организации работ конкретного хозяйства.

Общие требования, предъявляемые к внутрихозяйственным дорогам, сводятся прежде всего к обеспечению безопасности движения с необходимой скоростью на всем их протяжении, включая подъемы, спуски, повороты, независимо от времени года и погодных условий. При проектировании внутрихозяйственных дорог большое внимание следует уделять их экономичности (минимум затрат на строительство и эксплуатацию, снижение себестоимости перевозок и т. д.) при соблюдении высоких технических показателей.

Сеть благоустроенных внутрихозяйственных дорог имеет чрезвычайно важное не только экономическое, но и социальное значение. Хорошая дорога способствует целесообразному размещению и укрупнению населенных пунктов, приближая условия жизни сельских жителей к городским, что позволяет лучше организовать бытовое обслуживание населения и доставку сельских жителей к месту работы в экономически оправданные сроки. Кроме того, благоустроенные дороги будут способствовать подъему интереса к туристическим базам и заповедникам у туристических потоков. Улучшение внутрихозяйственных дорог – важный фактор интенсификации производства, улучшения уровня жизни населения и туристической привлекательности региона. В проектах внутрихозяйственного землеустройства большинства хозяйств, предприятий и туристических баз обоснованно определены расположения всех дорог, соединяющих современные крупные предприятия с районными центрами и центральными усадьбами, заповедниками, туристическими базами и др.

На сеть местных и внутрихозяйственных дорог обычно приходится основная доля перевозок. В связи с тем, что внутрихозяйственные дороги входят в состав местных автомобильных дорог, в 2017 г. протяженность последних составила 70 977 км, из них с твердым покрытием 59 436 км (или 83,7% от общей протяженности) (рис. 2). Протяженность грунтовых автомобильных

дорог возросла за счет принятия в сеть местных автомобильных дорог внутрихозяйственных дорог и подъездов к садоводческим кооперативам и составила 11 542 км (11 435 км на 1 января 2020 г.), или 16,3%. Протяженность местных и внутрихозяйственных автомобильных дорог, требующих ремонта, составляет более 21 тыс. км (свыше 30%). С ограничением несущей способности дорожного покрытия до 6 т на ось эксплуатируется 60,6 тыс. км местных автомобильных дорог (85,4%). Из рис. 3 и 4 видно, что по сравнению с 2008 г. в 1,6 раза сократилась протяженность капитально отремонтированных в 2016 г. местных и внутрихозяйственных автомобильных дорог и в 2,1 раза протяженность дорог, на которых осуществлен текущий ремонт. Вследствие ограниченного финансирования 94% местных внутрихозяйственных автомобильных дорог эксплуатируется с превышением межремонтных сроков.

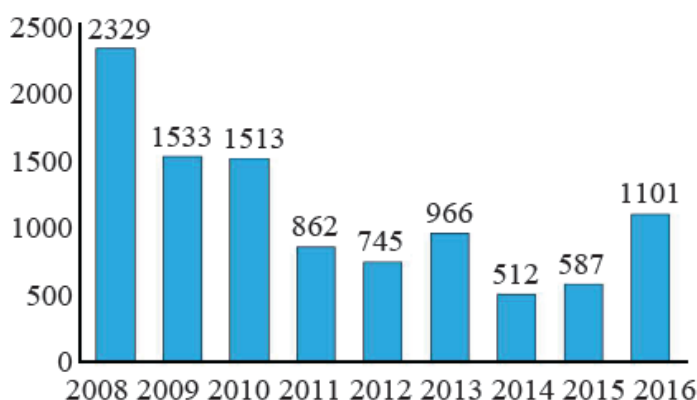


Рисунок 1. Протяженность капитально отремонтированных местных и внутрихозяйственных автомобильных дорог, км

В ряде районов еще значительны потери от бездорожья, чтобы сократить их, в последние годы намечены действенные меры по ускорению темпов ремонта и содержанию местных дорог. Эта задача имеет и большое социально-экономическое значение, так как в результате бездорожья во многих хозяйствах и на предприятиях наблюдается большая текучесть кадров и сокращается количество туристов в заповедники и туристические базы. В засушливое время года на грунтовых и гравийных дорогах образуется пыль, возникающая при движении машин. По грунтовым дорогам

затруднен проезд в дождливую погоду, а также весной и осенью. Из-за бездорожья хозяйства вынуждены в осенне-весенний период перевозить грузы с помощью тракторов, что снижает скорость перевозок и невыгодно экономически. В зимний же период проезд значительно ухудшается из-за снежных заносов. Транспортная нагрузка вызывает напряжения в дорожном покрытии в пределах 0,5–1,4 МПа, что существенно выше прочности грунтов, из которых отсыпано земляное полотно дороги. В результате на грунтовой дороге появляются пластические деформации в виде волн, гребенки, колеи. Особенности внутрихозяйственных дорог изучены еще недостаточно. В результате в ряде случаев вновь построенные дороги уже в первые годы эксплуатации разрушаются и перестают удовлетворять требования движения по ним транспорта. В то же время дорожная одежда внутрихозяйственных дорог должна соответствовать общим требованиям, предъявляемым к дорогам, и обеспечивать расчетную скорость, безопасность и комфортабельность движения транспортных средств в любое время года, прочность, долговечность и устойчивость к воздействию атмосферных факторов (температуры, влажности и т.д.), ровность покрытия, шероховатость – для хорошего сцепления с шинами, низкую стоимость строительства, возможность использования местных дорожно-строительных материалов, отсутствие пыления, возможность легко удалять пыль и грязь с поверхности, бесшумное движение и др. Это достигается обоснованным выбором и проектированием дорожной одежды и покрытия проезжей части.

Внутрихозяйственные дороги относятся к VI-а и VI-б категориям. К основным видам покрытий для таких дорог можно рекомендовать щебеночные, из асфальтогранулята, из грунтов и местных малопрочных каменных материалов (марка по дробимости 400–600 для изверженных пород и 200–300 для осадочных), обработанных органическими и неорганическими вяжущими, из гравийно-эмульсионных смесей, а также из грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами, отходами производства и строительства. На последние обращается особое

внимание как более дешевые и перспективные виды материалов для дорожных покрытий внутрихозяйственных дорог. С учетом вышеизложенного изучались отходы строительства, которые можно успешно, после переработки, использовать для устройства покрытий внутрихозяйственных дорог. По данным госстатотчетности по форме 1 – отходы (Минприроды) в 2017 г. Образовалось 3,3 млн т строительных отходов (без учета вскрышных пород). Наибольшим объемом образования отличаются бой железобетонных изделий (759,1 тыс. т, или 23% общего объема образования строительных отходов), смешанные отходы строительства, сноса зданий и сооружений (627,6 тыс. т, или 19,0%), бой кирпича керамического (551,3 тыс. т, или 16,7%), бой бетонных изделий (424,5 тыс. т, или 12,86%), асфальтобетон от разборки асфальтовых покрытий (374,7 тыс. т, или 11,4%).

Суммарная доля перечисленных отходов составляет 82,9% годового объема образования строительных отходов в Беларуси. Около 2,0% строительных отходов (67,2 тыс. т) в 2017 г. удалено на объекты захоронения, главным образом в виде смешанных отходов строительства, сноса зданий и сооружений и отходов от разборки зданий [7]. В зависимости от этого их следует подразделять на две группы:

-I группа – отходы, образованные при реконструкции зданий и сооружений, ремонте, новом строительстве, производстве строительных материалов, деталей и конструкции;

-II группа –отходы, образованные при сносе и разборке зданий и сооружений [7].

Полученные после переработки строительных отходов вторичные материальные ресурсы многообразны по физико-механическим характеристикам и применению.

Вторичный щебень как раз и можно применять при строительстве внутрихозяйственных дорог, устройстве основания или покрытия пешеходных дорожек, автостоянок, прогулочных аллей и т. д.

Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона должны соответствовать требованиям ГОСТ 32495–2013 и изготавливаться по технологической документации, утвержденной предприятием-изготовителем.

Щебень из дробленого бетона (далее – щебень) характеризуют следующими показателями качества: зерновой состав; прочность; содержание пылевидных частиц; содержание слабых зерен прочностью менее 20 МПа; содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы; морозостойкость; истираемость в полочном барабане; содержание вредных компонентов и примесей; содержание засоряющих примесей; насыпная плотность (по требованию потребителя).

Щебень может поставляться в виде отдельных фракций: от 5 до 10 мм; свыше 10 до 20 мм; свыше 20 до 40 мм; свыше 40 до 80 мм и смеси фракций от 5 до 20 мм, от 5 до 40 мм.

Полные остатки на контрольных ситах при расसेве щебня приведены в табл. 1, где d и D –наименьший и наибольший диаметры контрольных сит, соответствующие наименьшим и наибольшим номинальным размерам зерен.

Таблица 1.

Полные остатки на контрольных ситах при расसेве щебня

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	d	$0,5 (d+D)$	D	$1,5D$
Полные остатки на ситах, % по массе	9- - 100	30 - 60	До 10	До 0,5

Прочность щебня характеризуется маркой, определяемой по дробимости щебня при сжатии (раздавливании) в цилиндре. Марки по дробимости в зависимости от потери массы при испытании щебня в насыщенном водой состоянии должны соответствовать требованиям.

Содержание пылевидных частиц (размером менее 0,05 мм) в щебне марки по дробимости 600 не должно быть более 2% по массе, марки 400 – более 3% по массе, марки 300 – более 4% по массе. Содержание слабых зерен прочностью менее 20 МПа в щебне марки по дробимости 300 не должно быть более 15%, марки 400 – 10%, марки 600 – 5% по массе. Содержание зерен

пластинчатой (лещадной) и игловатой формы не должно превышать 35% по массе. Марка по морозостойкости щебня должна быть в диапазоне от F15 до F50 в зависимости от климатического района строительства и условий его применения.

Марка по истираемости щебня, определяемая в полочном барабане, должна быть И3 или И4. Щебень в составе песчано-щебеночной смеси из дробленого бетона характеризуется следующими показателями качества:

- содержание вредных компонентов и примесей;
- содержание слабых зерен прочностью менее 20 МПа; содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы;
- истираемость в полочном барабане;
- морозостойкость;
- водостойкость;
- пластичность.

Содержание в щебне слабых зерен прочностью менее 20 МПа не должно превышать 10% по массе для марки щебня по дробимости 400 и 5% по массе – для марки щебня по дробимости 600. Щебень марок по дробимости 400 и 600 в составе смеси характеризуется показателями пластичности и водостойкости. Марка по пластичности щебня должна быть Пл2 или Пл3, по водостойкости – В1 или В2. Таким образом, при минимальных затратах на получение основного дорожно-строительного материала – щебня из строительных отходов можно решить важную проблему строительства и ремонта внутрихозяйственных дорог республики.

Лом асфальта также применим при строительстве внутрихозяйственных дорог предварительного превращения его в асфальтогранулят. Из отходов строительства путем переработки можно получать щебень и асфальтогранулят, которые целесообразно использовать при устройстве твердых покрытий внутрихозяйственных дорог.

3.3 Перспективы применения современных технологий при переработке строительных отходов

Известно, что одной из издержек развития цивилизации является образование и накопление технологических отходов, требующих либо утилизации, либо переработки с целью извлечения ценных компонентов. Особое место в списке технологических отходов занимают строительные отходы. Источники их образования различны. К наиболее представительным относятся: — продукты жизнедеятельности мирного времени — ремонт, реконструкция, возведение или снос зданий и сооружений; — последствия природных катаклизмов — землетрясений, наводнений и др.; — военные действия; — отходы, формирующиеся при изготовлении строительных материалов.

Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов, выделен 21 вид строительных отходов. Прежде всего, это — бой кирпича и керамической плитки, отходы бетона, железобетона, керамзитобетона, древесины, лом черных и цветных металлов, металлическая тара и др.

Объемы строительных отходов распределяются по-разному (рис. 1), например, доля железобетона в различных зданиях и сооружениях может колебаться от 5 до 93%.

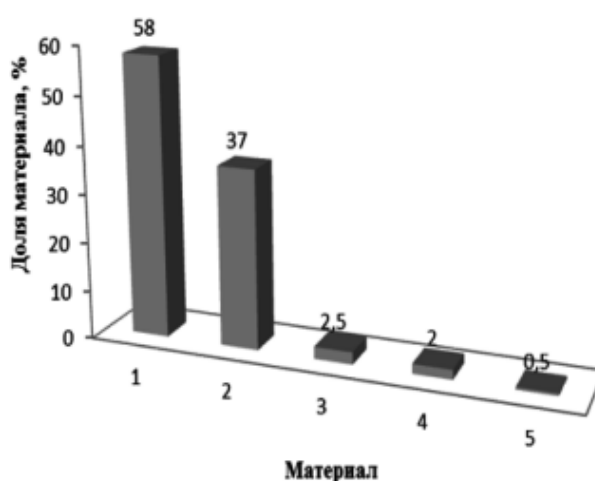


Рисунок 2. Доли объемов различных строительных отходов: 1- каменная кладка, 2-бетон и железобетон; 3-древесина; 4-черные и цветные металлы; 5-прочие отходы.

Как правило, основная масса строительных отходов подлежит захоронению на специальных полигонах, лишь незначительная их часть направляется на переработку.

Захоронение отходов связано с высокими капитальными затратами (от 300 руб./ м³ отходов в зависимости от региона) и экологической опасностью. Многие строительные отходы содержат вредные вещества (канцерогены), оказывая негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека (табл. 2). При этом строительные отходы (особенно отходы цветных металлов) представляют достаточно дорогой экономический продукт, характеризующийся высокой стоимостью.

Таблица 2.

Вещества вредные для окружающей среды и человека

Вещество	Источник	Негативное влияние
Полиуретан	Связующий компонент	Является канцерогеном
Парафин	Покрытие пола, кабели, краски	Является канцерогеном
Свинец	Электрические кабели, стальные листы, водопроводные трубы	Вызывает психические расстройства
Ртуть	Осветительные приборы, выключатели, термостаты	Вызывает аллергию, нарушение функций нервной и репродуктивной системы
Кадмий	Стабилизатор в пластиках и пигментах	Оказывает негативное влияние на печень, почки, кровеносную систему
Сера	Вяжущие вещества, добавки к бетонам и мастикам	Вызывает заболевания органов дыхания и нервной системы, слизистых оболочек

В связи с этим проблема разработки эффективной технологии сбора, переработки и вторичного использования строительных отходов весьма актуальна. Разработка и внедрение такой технологии позволяет решать ряд важных задач. 1. Совершенствование действующих методов и создание новых технологий сбора и переработки строительных отходов. 2. Создание новых материалов со специфическими характеристиками. 3. Снижение потерь металлов и сплавов. 4. Снижение вредного воздействия строительных отходов на окружающую среду. Однако выбор технологии переработки

бетонного, железобетонного лома и лома цветных металлов зависит от ряда факторов: наличия свободных площадей размещения оборудования и складирования материалов, возможностей свободного проезда к месту переработки отходов, ограничения на габаритные размеры оборудования, заселенности территории и др. В настоящее время наиболее широко используется схема переработки строительных отходов, включающая первичную (на территории объекта) и вторичную переработку отходов. Она включает в себя: 1) установку технологического оборудования на месте разборки (сноса) зданий и сооружений с получением заполнителя и последующей его транспортировкой на железобетонный завод или объект; 2) первичную классификацию, разделку и складирование черного и цветного лома на территории объекта; 3) транспортировку полученных полупродуктов первичной переработки сырья на профильные предприятия с получением готового изделия (электрический кабель, металлургический сплав, щебень, строительные композиции и растворы).

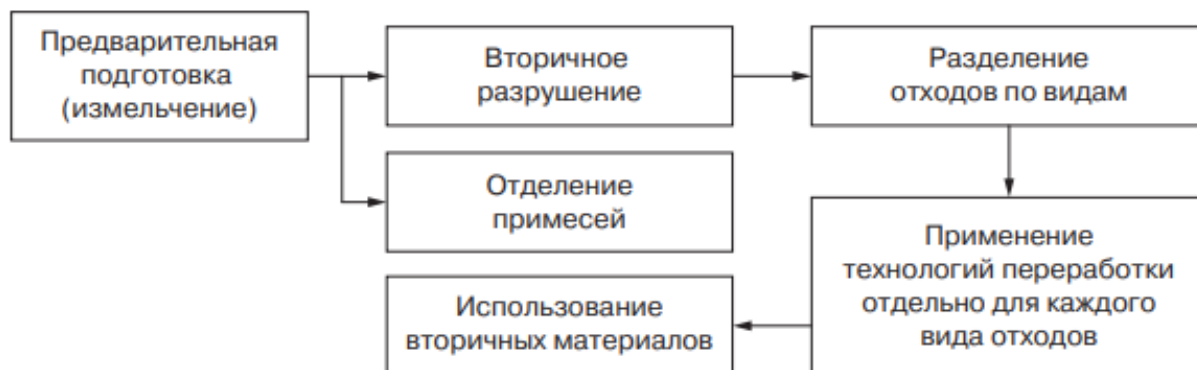


Рисунок 3. Технологическая схема переработки строительных отходов

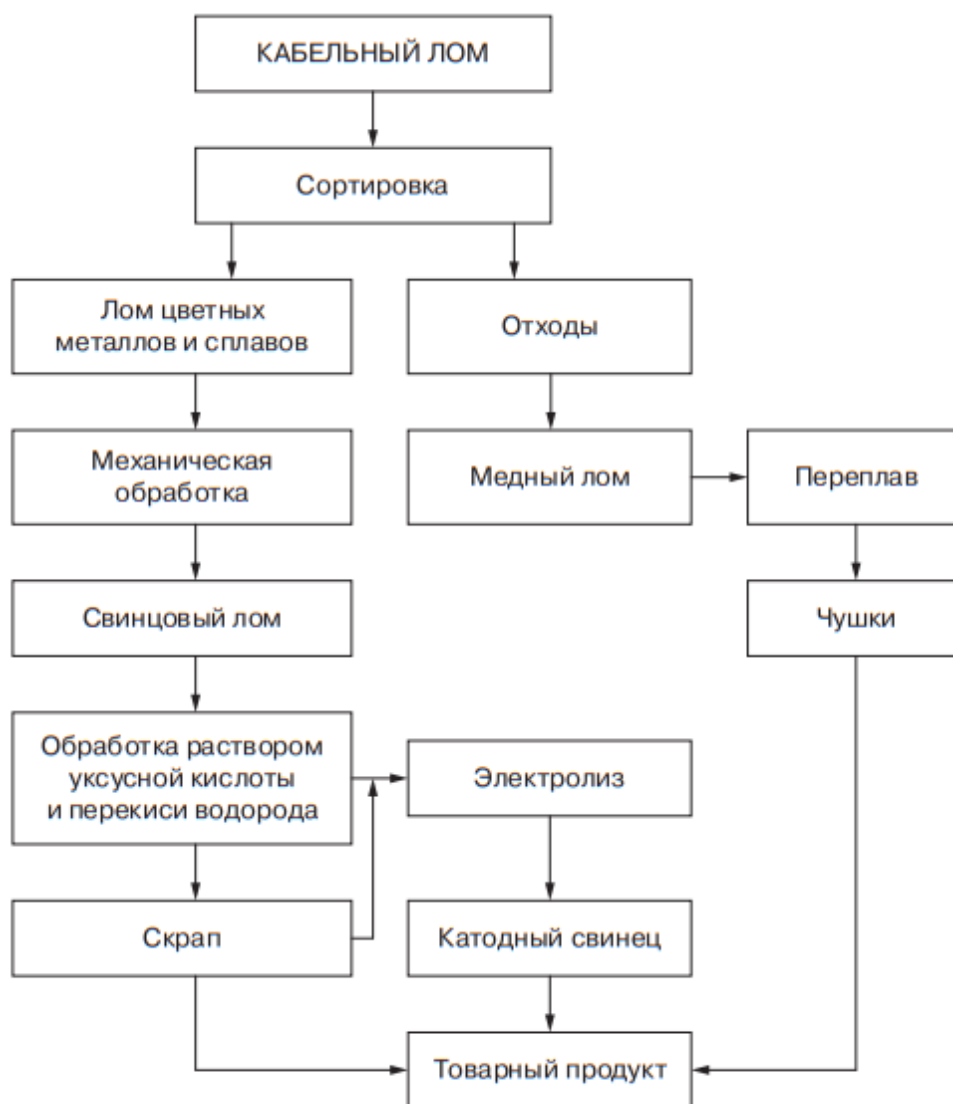


Рисунок 4. Металлургическая схема переработки кабельного лома

При этом технологическая схема переработки предусматривает процессы предварительной подготовки, удаления примесей, дробления, фракционирования, и др. на месте (рис. 4). На рисунке 4 представлена разработанная авторами инновационная комплексная гидрометаллургическая схема переработки кабельного лома. Согласно предложенной схеме, сначала кабельный лом подвергают сортировке и механической обработке. Полученный в результате обработки лом отправляют либо на гидрометаллургическую переработку, либо на переплав в случае отсутствия примесей, в частности примеси свинца. Направленный на гидрометаллургическую переработку лом загружают в перфорированные титановые корзины, которые затем опускают в ванну с раствором уксусной

кислоты и перекиси водорода с температурой порядка 60 °С. Находясь в ванне, лом вступает в химическое взаимодействие с данным раствором. В результате свинец, покрывающий поверхность кабельного лома, полностью переходит в раствор.

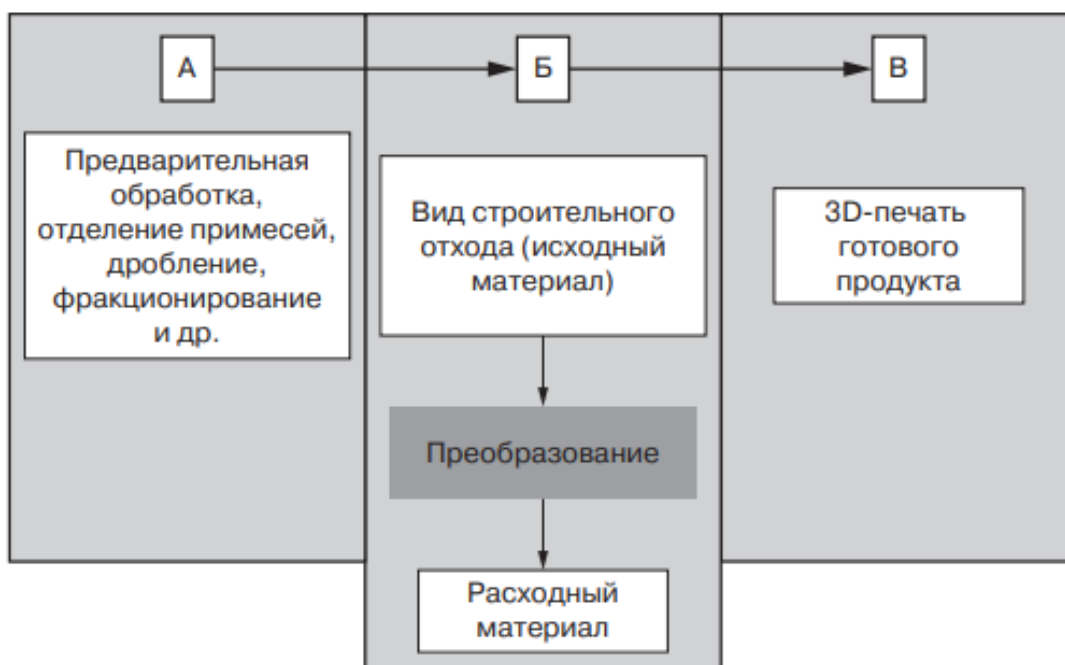


Рисунок 5. Схема вторичного использования строительных отходов

По завершении процесса гидрометаллургической обработки освобожденный от свинца медный лом извлекают из корзины, промывают, сушат. Прошедший сушку лом направляют в качестве шихты на переплав с получением чушковой меди. Его также используют в качестве растворимых анодов при электрохимическом способе получения катодной меди. Раствор с накопившимся свинцом обрабатывают электролизом в ванне с нерастворимым анодом. Свинец из раствора осаждают на катоде в виде металлического катодного осадка. Полученные в результате переработки кабельного лома материалы (катодные медь и свинец, а также чушковая медь) представляют собой готовые товарные продукты. Другим перспективным направлением переработки строительных отходов служит использование их в качестве расходного материала при строительстве зданий, сооружений или конструкций с применением 3D-печати. Этот метод завоевывает все большую популярность в строительстве и в недалеком

будущем технология трехмерной печати станет неотъемлемой частью строительного дела. Обычно при использовании 3D-печати в строительстве в качестве расходного материала применяются специальные виды бетона. Применение бетонного лома позволит существенно сократить расходы и время на создание материала для нового строительства. Авторами предлагается следующий принцип объединения технологий 3D-печати и переработки и вторичного использования строительных отходов (рис. 4).

Выводы. Предложены новые технологии переработки строительных отходов, которые позволят извлечь экономическую выгоду из рационального использования строительных отходов и повысить экологическую безопасность технологических схем переработки вторичного сырья.