

## ИННОВАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОТХОДОВ, ОБРАЗУЕМЫХ ПРИ РЕНОВАЦИИ СТАРЫХ ЗАСТРОЕК

*А.В. Вавилов, зав. кафедрой «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса», д.т.н., профессор, иностранный член РААСН*

*И.В. Бурмак, старший преподаватель кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»  
Белорусский национальный технический университет*

В последние годы стали увеличиваться объемы работ по реновации старых застроек – зданий и сооружений. В результате их разрушения в больших объемах накапливаются отработанные бетонные и железобетонные конструкции, деревянные окна и двери, битый кирпич и стекла, рубероид и т.д., из которых в результате их переработки можно получать вторичные полезные продукты, однако до сих пор отсутствуют рекомендации по выбору эффективного оборудования для такой переработки [1].

На данный момент в мире существует множество разнообразных технических средств по переработке рассматриваемых отходов.

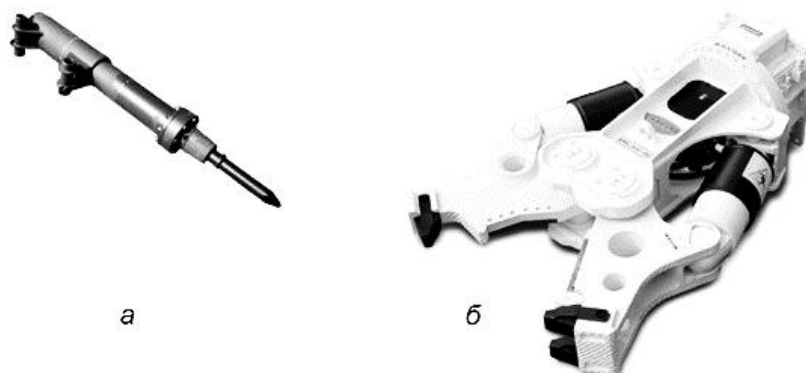
Для изготовления дробленого бетона (щебня) при реновации старых застроек используются только колонны, балки, железобетонные плиты, стеновые панели и другие элементы строитель-

ных конструкций. К основным этапам дробления железобетонных конструкций можно отнести следующие [2]:

1. Доставка на производственную площадку железобетонных отходов;

2. Визуальный осмотр и сортировка отходов.

3. Первая стадия измельчения вторсырья при помощи гидравлического молота и ножниц (рис. 1), как навесных рабочих органов к одноковшовым гидравлическим экскаваторам. Необходимость в первичной стадии дробления обуславливается тем, что выпускаемые дробилки позволяют принимать некондиционный железобетон размерами, ограниченными по длине до 2–3 и по ширине до 1 м. При наличии специального оборудования дополнительно осуществляется отделение от железобетона арматуры, которая затем отправляется на переработку.



*Рис. 1. Сменные рабочие органы для первичного разрушения бетона и железобетона:  
а) гидромолот; б) гидроножницы*

4. Дробление бетонного лома.

5. Распределение частиц по зерновому составу с помощью сортировочных машин.

Общие принципы создания технологического оборудования для переработки бетона и железобетона возможно, благодаря применению существующего дробильно-сортировочного оборудования, используемого при переработке битого камня из карьеров [3]. Однако при определении конструктивных параметров дробильной установки, предназначенной для железобетона, необходимо учитывать наличие арматуры и невозможность точного контроля формы и размеров подаваемого материала. В связи с этим определенные узлы дробильных установок для железобетона значительно более металлоемки и размер их по сравнению с аналогичными узлами обычных дробильных установок такой же производительности больше. Вызвано это, прежде всего, необходимостью пропускания арматуры через установку. В результате коэффициент полезного действия установок значительно ниже, чем обычных камнедробильных.

В то же время, чем крупнее установка первичного дробления, тем меньше подготовки требует подаваемый материал.

Основными узлами установок первичного дробления железобетонных изделий являются: гидравлический рычажный пресс, колосниковый стол, направляющая рама и гидростанция, развивающая давление 20 МПа. Рабочее положение гидравлического пресса может быть различным: пресс перемещается вдоль неподвижного колосникового стола с лежащим на нем изделием, или занимает стационарное положение, а изделие при этом подается в зону разрушения подвижным столом. Разрушение некондиционного бетона и железобетона осуществляется следующим обра-

зом. На колосниковый стол краном укладывается некондиционное железобетонное изделие или посредством переносного бункера выгружаются бетонные отходы; на разрушаемое изделие опускается рычажный пресс (нож), работа которого заключается в чередовании цикла опускания и поднятия. По мере разрушения изделия дробильный материал проваливается через колосниковую решетку стола на ленточный конвейер и переносится на установку вторичного дробления. Куски арматурной стали из массы дробленого бетона, прошедшие через колосники стола, извлекаются в зоне выхода ленты конвейера магнитным отделителем. Арматурный каркас, очищенный от бетона, с колосникового стола снимается подъемным механизмом и в дальнейшем перерабатывается.

Широкое применение при измельчении некондиционного железобетона получили щековые дробилки (рис. 2, а), не имеющие препятствий (например, по сравнению с дробилками ударного действия) затрудняющих прохождение материала. При правильном поступлении в нее железобетона и достаточном зазоре между зоной выхода дробленого материала и отводящего конвейера разрушение железобетона производится достаточно эффективно. Для удаления арматурных изделий, извлеченных из бетона, широкое распространение получили магнитные надконвейерные сепараторы (рис. 2, б).

Для переработки древесины (бревен, оконных проемов с металлическими включениями и др.) широкое применение получили промышленные шредеры (измельчители) (рис. 3) [4], используемые для первичного (грубого) измельчения древесных отходов и др. до фракции 20...150 мм. К преимуществам данных агрегатов по сравнению, например, с рубильными машинами можно отнести:

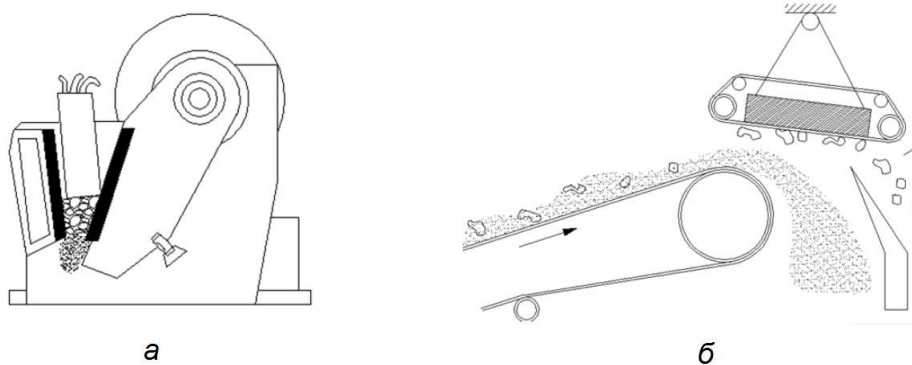


Рис. 2. Дробильно-сортировочное оборудование для отходов бетона и железобетона: а) щековая дробилка; б) удаление арматуры надконвейерным магнитным сепаратором

- возможность измельчать отходы большей толщины;
- меньший износ ножей, за счет более медленного вращения ротора;
- ниже стоимость обслуживания;
- меньший уровень шума.

Конструктивно шредеры для древесных отходов могут быть однороторными с гидравлической пресс-плитой, двухроторные и четырехроторные.

Однороторный (одновальный) шредер (рис. 4) – это низкооборотный измельчитель с гидравлической пресс-плитой (подпрессовщиком) для дробления отходов древесины (в первую очередь бревен) большой толщины и высоким сопротивлением к измельчению.

Материал для измельчения подается в загрузочный бункер 1 шредера. Загрузка материала мо-

жет осуществляться вручную или механически, с помощью наклонного конвейера или погрузчика. Гидравлическая пресс-плита 2 возвратно-поступательным движением прижимает поступающий материал к вращающемуся ротору 4, с установленными на нем ножами, которые и осуществляют измельчение. При предельном давлении на режущий вал шредера пресс-плита автоматически прекращает подачу материала и возвращается в исходное положение. Процесс измельчения продолжается до тех пор, пока частицы измельчаемого материала не смогут пройти сквозь ячейки фракционного сита 5, установленного под ротором шредера. Размер фракции конечного материала зависит от диаметра ячейки фракционного сита (20...150 мм). Роторы одновальных шредеров изготавливают гладкими и профилированными

с покрытием из износостойчивых сплавов.

Двухроторные шредеры (рис. 5) и их четырехроторные модификации представляют собой камеру дробления, где навстречу друг другу вращаются валы, оснащенные дисковыми ножами специальной формы с захватывающими зубьями. Они расположены так, что режущий диск одного вала всегда находится между дисками другого. Двухроторные шредеры благодаря высоко-

му вращающему моменту позволяют измельчать практически любые древесные отходы.

При загрузке отходов в загрузочный бункер 1 они захватываются ножами 2 в виде крюков и режущими дисками 3, смонтированными на двух валах, двигающихся навстречу друг другу и измельчаются до необходимой фракции. А боковые накладки 4 очищают ножи, диски и обеспечивают сыпание материала вниз.

Необходимо эффективное оборудование для переработки рубероида прежде всего в битумный порошок [5]. В настоящее время наибольшее применение получили два метода по переработке отходов рубероида:

1) термический (является энергозатратным, трудоемким и требует изготовления сложного и громоздкого, технологического оборудования; также при термическом воздействии на битумы происходит ухудшение их физико-механических свойств; плюс ко всему, вопрос по переработке

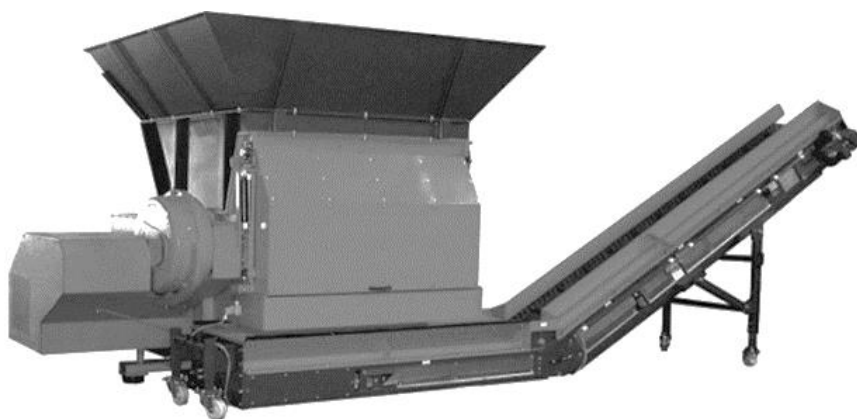


Рис. 3. Общий вид шредера

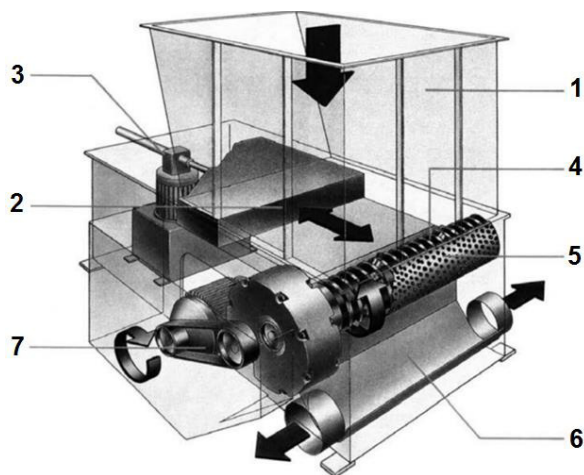


Рис. 4. Конструктивная схема однороторного шредера:

- 1 – загрузочный бункер; 2 – гидравлический пресс (пресс-плита); 3 – регулировочное устройство; 4 – ротор; 5 – фракционное сито; 6 – приемная емкость; 7 – привод

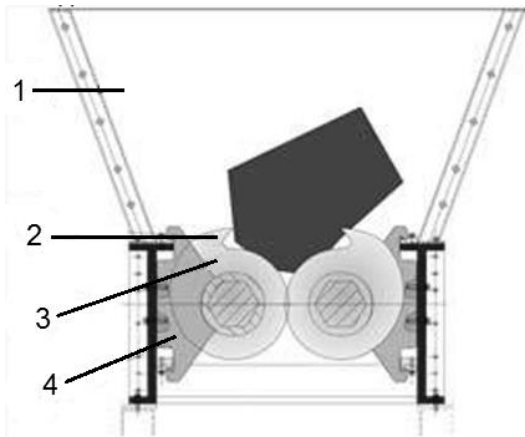


Рис. 5. Конструктивная схема двухроторного шредера:

1 – загрузочный бункер; 2 – ножи; 3 – диски;  
4 – боковые накладки

картона в данном методе не решается);

2) механический (процесс осуществляется в специальных измельчителях, в результате чего образуется битумная крошка).

Суть последнего способа сводится к выполнению следующих основных операций, увязанных в единую технологическую линию (рис. 6,7).

Перед подачей материала на транспортер 1 (рис. 6) его необходимо разрезать на куски, соответствующие ширине ленты и приемному отверстию камеры дробления, с помощью резчика кровли. После стадии дробления материал направляется на сортировку, а затем – в соответ-

ствующие контейнеры (4) с картонной основой и битумным порошком.

Актуален вопрос переработки битого стекла, которое приходится завозить извне. Для переработки стекла, извлекаемого из оконных проемов, межкомнатных дверей, а также для любых других стеклянных отходов, целесообразно использовать мини-завод (рис. 8) [6] с целью дальнейшего получения мелкодисперсного порошка.

Рассматриваемый завод должен включать в себя следующие площади и технические средства:

- станция размещения и временного хранения отходов стекла;
- погрузочно-разгрузочные машины;
- конвейеры для транспортировки;
- электронное оборудование для сортировки исходного сырья по цвету;
- водяные установки для очищения боя от загрязнений;
- электромагнитное оборудование для определения металлических частиц в стеклянном бое;
- дробилки для измельчения стеклянного боя до состояния мелкодисперсного порошка;
- упаковочные машины.

#### Выводы.

Применение вышерассмотренных технических средств по переработке отходов в процессе реновации старых застроек позволит прежде всего решать экологическую проблему, а также снизить затраты на импортируемые строительные и энергетические материалы.

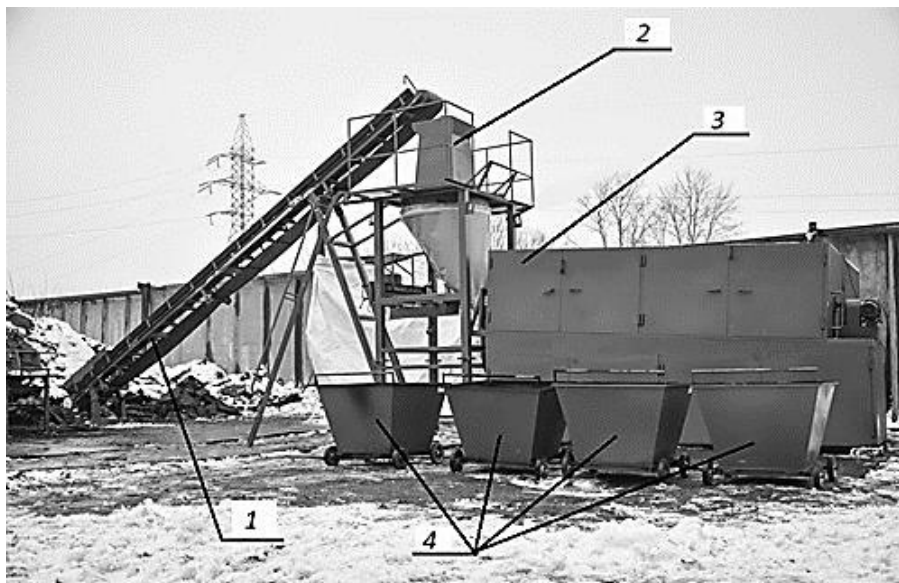


Рис. 6. Технологическая линия для переработки отходов рубероида:

1 – ленточный транспортер; 2 – дробильный агрегат; 3 – вибрационный грохот; 4 – контейнеры для материала

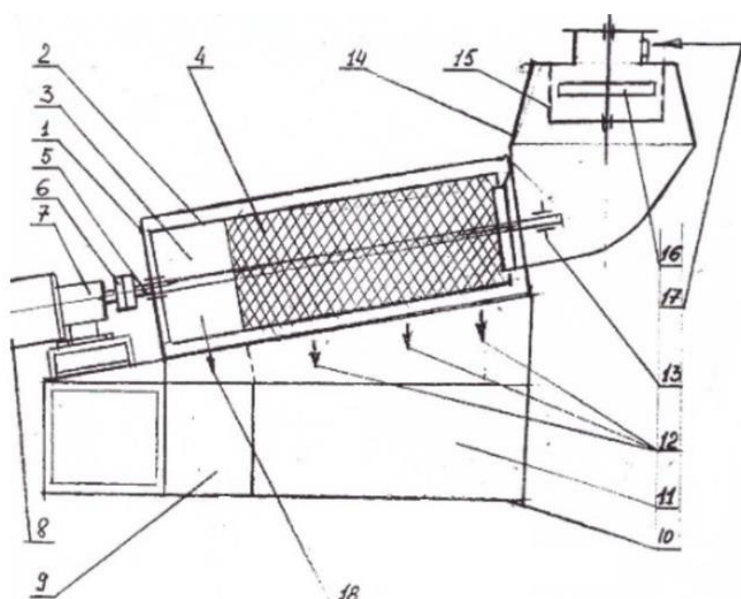


Рис. 7. Агрегат для измельчения и сортировки отходов рубероида:  
 1 – корпус установки; 2 – вращающийся шестиугольный каркас; 3 – конечная часть каркаса без сетки;  
 4 – сетка; 5 – вал; 6 – муфта;  
 7 – редуктор, 8 – электродвигатель;  
 9 – секция сбора картона; 10 – нижний короб аппарата; 11 – секция сбора битумного порошка;  
 12 – направление ссыпания отсеянного битумного порошка; 13 – подшипниковая опора;  
 14 – наружный корпус узла дробления; 15 – цилиндрическая сетка узла дробления; 16 – нож узла дробления;  
 17 – подача измельчаемого материала на дробление, 18 – конечная часть барабана для выхода картона

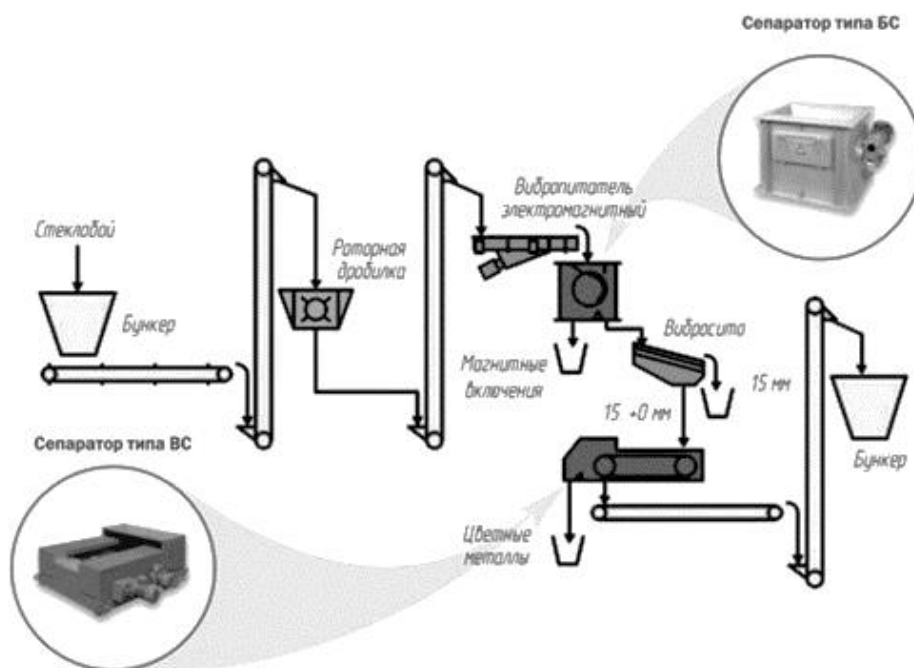


Рис. 8. Технологическая линия для переработки отходов стекла в порошок

### Литература

1. Вавилов, А.В. ТКО целлюлозобитумосодержащие и минерального происхождения: получение вторичных продуктов / А.В. Вавилов, – Минск: Жилкомиздат, 2018. – 176 с.
2. <https://vtorothody.ru/othody/zhelezobetonnyh-izdelij.html>
3. Штриплинг, Л.О. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов: учебное пособие / Л.О. Штриплинг, Ф.П. Туренко – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.
4. <http://drobienie-pressovanie.ru/wp-content/uploads/2013/04/EZ-18.3-300x141.png>
5. Бурмак, И.В. Оборудование для переработки отходов рубероида / И.В. Бурмак // Материалы 17-й Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике» - Минск: БНТУ, 2019.
6. <http://promtu.ru/mini-zavodyi/organizatsiya-pererabotki-stekla#gallery-7>.