



МЕДИАПОРТАЛ



АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР



ДИСКУССИОННАЯ ПЛОЩАДКА



Международный опыт использования металлургических шлаков

Андрей Глущенко

аналитик GMK Center, к.э.н.

Содержание

1. Актуальность использования шлаков в Украине	3
2. Направления использования шлаков	4
А) Доменные шлаки	5
Б) Сталеплавильные шлаки	6
В) Ферросплавные шлаки	7
3. Шлаки в производстве цемента	8
4. Шлаки в строительстве	10
А) Мост королевы Елизаветы II	10
Б) Второй Севернский мост	11
В) Toowoomba Wellcamp Airport	12
Г) Здание Института глобальных изменений Университета Квинсленда	13
5. Шлаки в дорожном строительстве	14
А) Развязка Oak Flats Interchange	14
Б) Участок Wyndham Street	15
6. Внешняя торговля гранулированными шлаками	16
7. Уровень использования шлаков	18
8. Потенциал Украины по использованию и экспорту шлаков	20
9. Преимущества использования шлаков	22
10. Возможные мероприятия по расширению использования шлаков в Украине	23





Актуальность использования шлаков в Украине

- В Украине накоплено свыше 160 млн т шлаков металлургических комбинатов. Ежегодно отвалы пополняются на 6-7 млн т шлаков. Существующие шлакоотвалы переполнены.
- Шлаки – ценный продукт, который недостаточно используется в Украине. Есть потенциал к наращиванию его применения.
- Проблема утилизации шлаков – не только проблема металлургических предприятий. Заводы готовы инвестировать в переработку шлаков, но они сами не являются основными потребителями шлаковой продукции.
- Для переработанных шлаковых материалов нужен рынок сбыта, а он в текущих условиях весьма ограничен.
- Переработка шлаков – современная мировая тенденция экономики замкнутого цикла, в которой вторичное сырье полностью используется.



Направления использования шлаков

Шлаки – это побочные продукты в металлургии. Они образуются в производстве чугуна, стали, ферросплавов. В мировой практике у всех шлаков есть сфера использования.

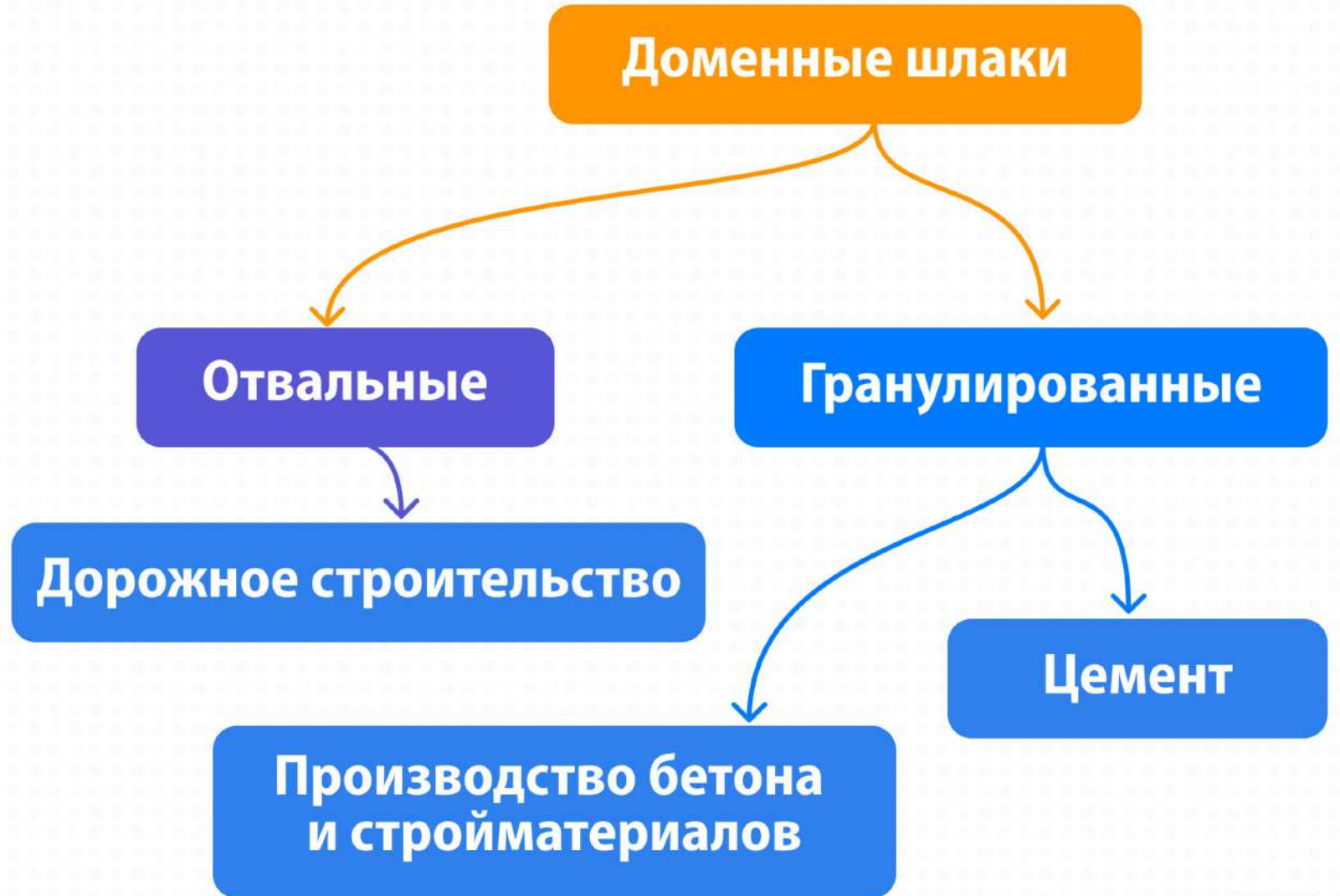
Доменные шлаки (образуются в процессе производства чугуна) преимущественно гранулируются и используются в производстве цемента.

Сталеплавильные шлаки в основном перерабатываются в щебень, который идет на строительство дорог.

Ферросплавные шлаки могут использоваться по-разному. Гранулированные – для производства цемента. Отвальные – в качестве щебня. На Никопольском заводе ферросплавов из жидких шлаков отливают плиты и фундаментные блоки.



Направления использования шлаков





Направления использования шлаков

Сталеплавильные шлаки

- конвертерные;
- мартеновские;
- электросталеплавильные.

Дорожное строительство

Строительство
гидротехнических
сооружений

Мелиорант



Направления использования шлаков





Шлаки в производстве цемента

Портландцемент
до 5% доменных шлаков

Шлакопортландцемент
35-40% (до 95% по ГОСТу)

Геополимерный цемент Orbix
шлаки от производства нержавеющей стали

Геополимерный цемент SQUAPE
зола ТЭС, доменный шлак



Шлаки в производстве цемента

Традиционно в портландцемент добавляют доменные шлаки.

В последнее время разрабатываются геополимерные цементы. Основные материалы для их производства – шлаки и зола ТЭС.

Например, в Нидерландах ведутся 2 подобные разработки с участием CRH Group. Первая – геополимер SQAPE. Он производится из золы ТЭС, доменного шлака и др. шлаков. Вторая разработка – геополимер Orbix. В его основе – шлаки от производства нержавеющей стали.

В Украине сохранился НИИ вяжущих веществ и материалов им. В.Д. Глуховского в составе Киевского национального университета строительства и архитектуры. В рамках этого университета в 1960-1980е гг. велись исследования шлакощелочных цементов (разновидность геополимерных цементов). Оказалось, что они придают бетону высокую прочность, низкую водопроницаемость, высокую морозостойчивость. В Мариуполе велось строительство из шлакощелочного бетона. Но сейчас эта технология не используется в промышленных масштабах. В отличие от других стран, в Украине за последние годы нет примеров строительства крупных объектов из геополимерных бетонов.



Шлаки в строительстве

Мост королевы Елизаветы II (Великобритания)

Использовано:

40 тыс. куб. м
доменного шлака

Мост введен в эксплуатацию в 1991 году.
Его длина — 812 м. Для бетона использовалась смесь портландцемента и 70% молотого гранулированного доменного шлака.



Шлаки в строительстве

Второй Севернский мост (Великобритания)

Использовано:

60 тыс. куб. м
доменного шлака

Введен в эксплуатацию в 1996 году. Длина — 5 км. Использовался бетон на основе портландцемента и доменного шлака. Содержание шлака — от 20% до 70% в зависимости от элемента конструкций.

Шлаки в строительстве

Toowoomba Wellcamp Airport

Использовано:

100 тыс. т

геополимерного бетона

Открыт в ноябре 2014 г. Аэропорт и взлетно-посадочная полоса построены из геополимерного бетона. В его основе – доменные шлаки и зола ТЭС. На строительство ушло 100 тыс. т геополимерного бетона. Эта технология позволила сократить выбросы CO₂ на 6,6 тыс. т.



Шлаки в строительстве

Здание Института глобальных изменений Университета Квинсленда (Австралия)

Использовано:

330 куб. м

геополимерного бетона

Открыто в декабре 2013 г. Здание построили из того же геополимерного бетона, что и аэропорт. Геополимерный бетон использовался для 33 балок, формирующих пол на этажах.



Шлаки в дорожном строительстве

Развязка Oak Flats Interchange (Австралия)

Использовано:

50 тыс. т
шлаков

Проект реализован в 2001 году. На строительство ушло 50 тыс. т шлаков. Они использовались как в слое покрытия, так в дорожном основании.



Шлаки в дорожном строительстве

Участок Wyndham Street (Сидней, Австралия)

Тестовый участок из геополимерного бетона

На части дороги сделали геополимерное покрытие. Бетон изготовлен из смеси доменного шлака и золы ТЭС. Участок дороги тестовый. Состояние бетона будут контролировать датчики. Если опыт окажется успешным, его применение будут расширять.

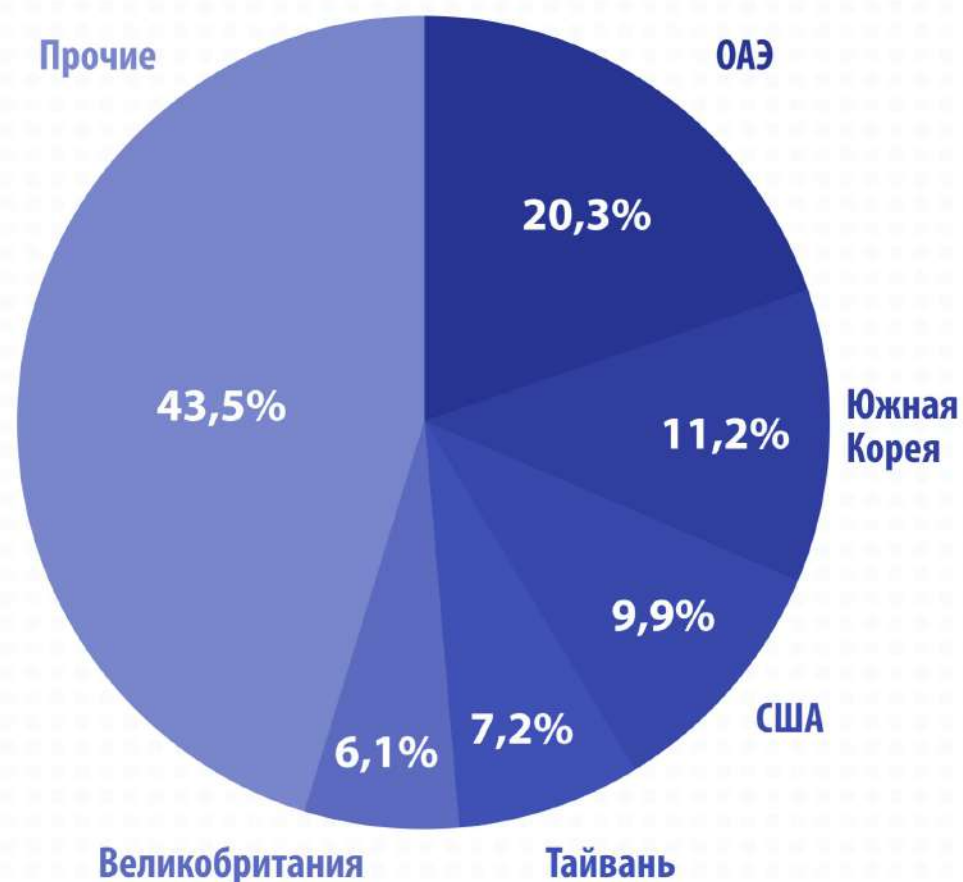
Внешняя торговля гранулированными шлаками

Структура экспорта



Объем торговли
21,5 млн т

Структура импорта





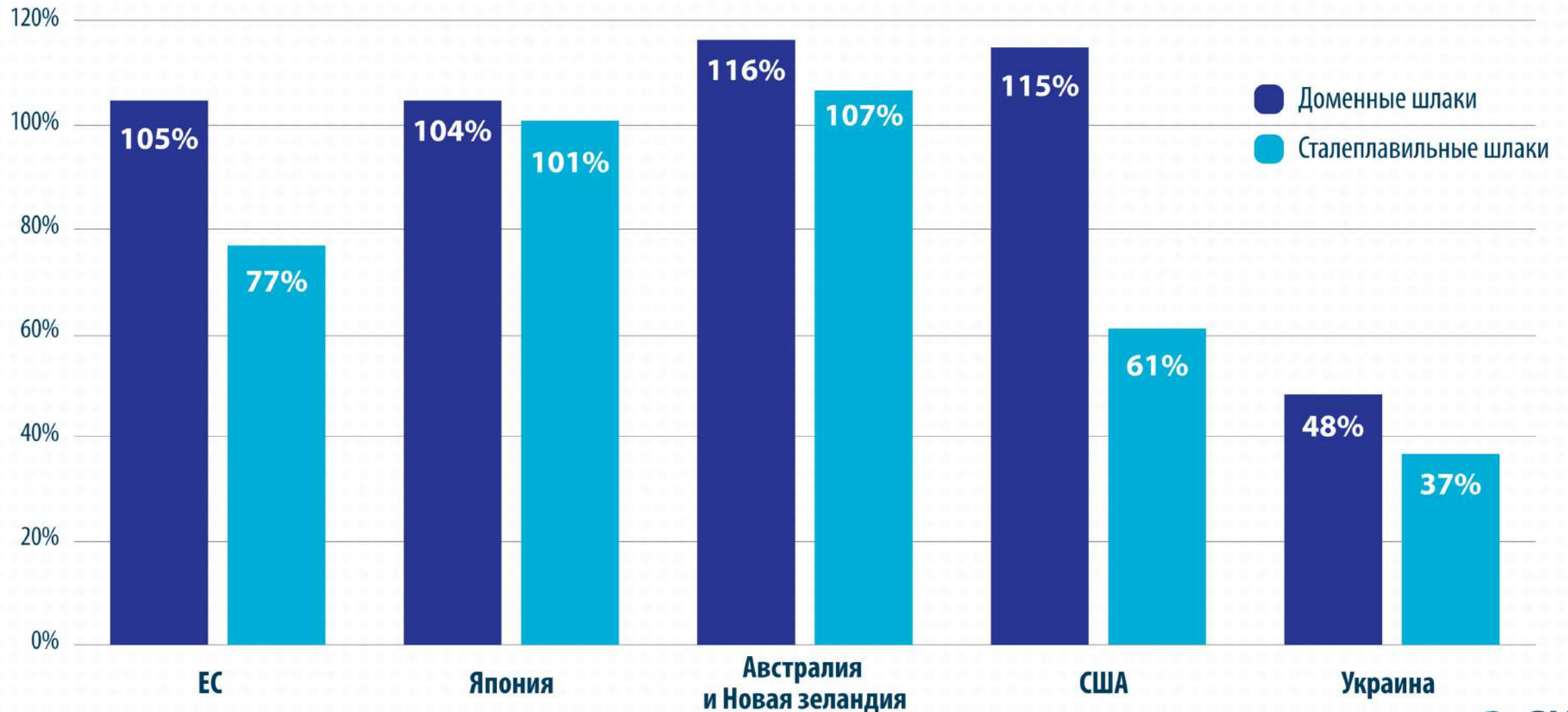
Внешняя торговля гранулированными шлаками

Гранулированные шлаки – это экспортный товар. Объем внешней торговли в 2017 г. – 21,5 млн т. Средняя импортная цена – 26 дол./т с учетом доставки (эквивалент CIF).

Рынок шлаков достаточно концентрирован. Первая десятка стран-экспортеров занимает 74% рынка. В число ведущих экспортеров шлака входят мировые лидеры по производству стали – Китай, Индия, Германия, Италия, Бразилия.

Украина заняла 12 место по производству стали, а по экспорту шлаков – только 29. Почему так? Одна из причин – дорогая логистика. Внешняя торговля концентрируется в азиатском регионе. Поэтому азиатским странам повезло больше – они могут торговать друг с другом (Китаю несложно продать шлаки в Южную Корею и Тайвань). Украина расположена в стороне от основных товарных потоков, но для нее тоже есть место на рынке.

Уровень использования шлаков (без учета импорта)



Источник данных: Euroslag, Nippon Slag Association, Australasian Slag Association, U.S. Geological Survey, Recycling Solutions, расчеты ГМК Центра



Уровень использования шлаков

Многие страны добились успехов в переработке шлаков. В некоторых случаях уровень использования превышает 100%. Т. е. перерабатываются шлаки из отвалов. Это заслуга, в том числе, государственной политики.

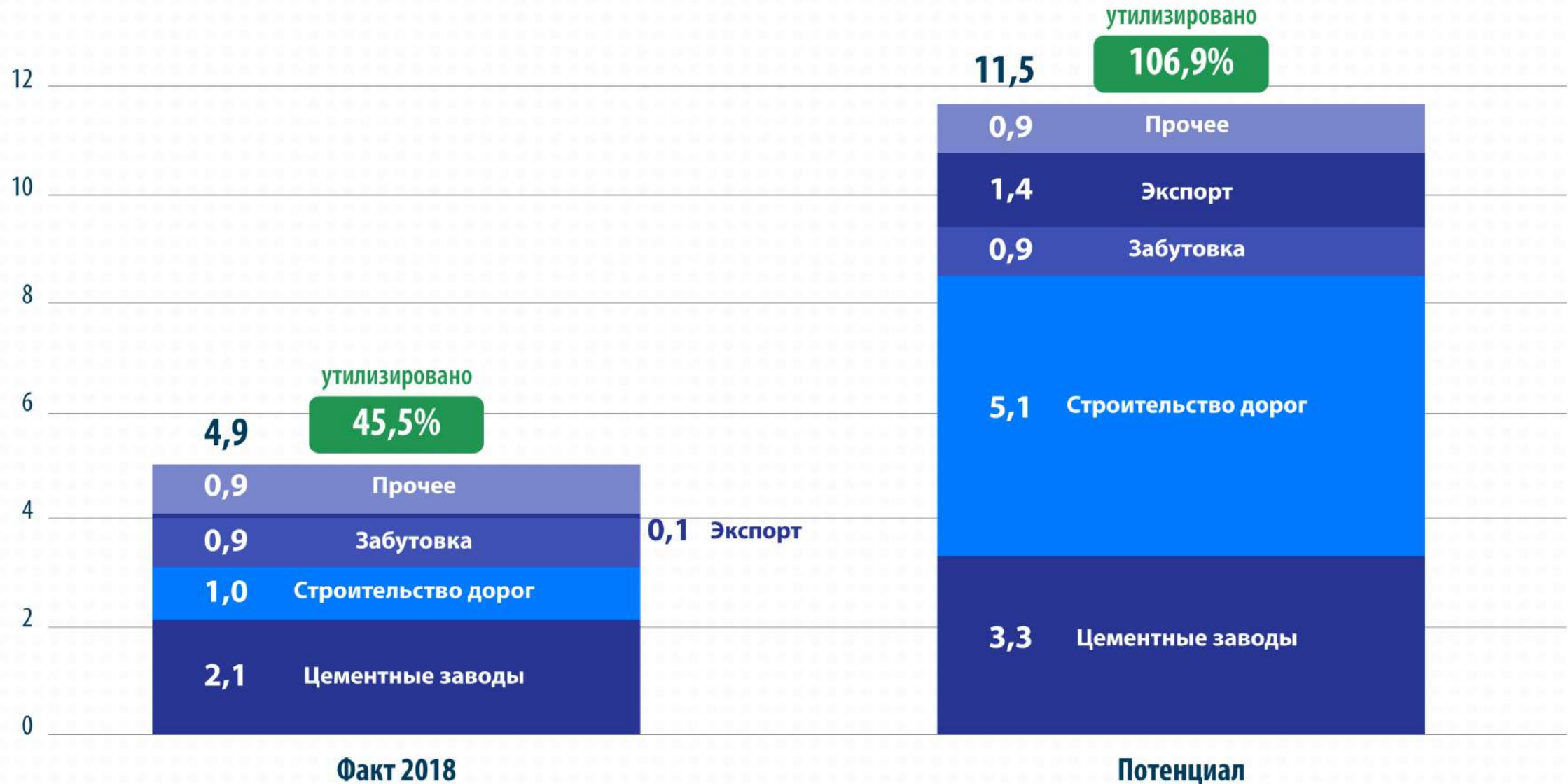
В Нидерландах, например, внедрена система государственных зеленых закупок. Ее цель — минимизировать негативное влияние на окружающую среду. Поэтому для каждого продукта действует набор обязательных экологических критериев. В частности, закупаются стройматериалы с минимальным углеродным следом.

Похожая система зеленых закупок действует и в Японии, в том числе на региональном уровне: 68% городов используют зеленые закупки.

Еврокомиссия, в свою очередь, профинансировала проект по переработке шлаков (SLAG-REC). Он касался сухой грануляции электросталеплавильных шлаков. На выходе получался продукт, который может заменить естественный песок и гравий. Проект реализован в 2011 г. на итальянском металлургическом заводе.

В Украине нет госполитики по утилизации шлаков и в лучшем случае перерабатывается половина шлаков. Очевидно, есть потенциал к расширению использования шлаков.

Потенциал Украины по использованию и экспорту шлаков, млн т



Потенциал Украины по использованию и экспорту шлаков

По нашим расчетам, есть возможность увеличить использование шлаков более, чем в 2 раза. Основные направления:

а) Производство цемента. С одной стороны, мощности цементных заводов загружены на 65%. Вырастет загрузка – вырастет использование шлаков. С другой стороны, в среднем в цемент добавляют 24% шлаков. Можно добавлять больше – порядка 35%. Именно этот вариант заложен в расчет.

б) Дорожное строительство. В Украине 430 тыс. км дорог. Ежегодный ремонт 3 тыс. км – это использование как минимум 5 млн т шлаков. Это в 5 раз больше, чем сейчас. Важно, чтобы финансировались дорожные работы, с одной стороны. А с другой стороны, чтобы использовались шлаки вместо щебня и песка из карьеров. Это вопрос государственной экологической политики.

в) Экспорт. Основная сложность – высокие затраты на транспортировку. Они могут доходить до 90% конечной цены. Экспортная цена шлака из Украины – 3,5 долл./т. Поэтому интересны рынки с высокими ценами. Имеет смысл рассматривать рынки с ценой как минимум 35 долл./т. Это Северная Европа (Великобритания, Швеция), Ближний Восток (Кувейт), Северная и Западная Африка (Алжир, Гана, Кот д'Ивуар). Объем этих рынков с ценой 35 долл. и выше – 1,4 млн т.

Но экспортные рынки заняты другими поставщиками. Их не получится полностью вытеснить. Этого и не требуется – у Украины большой внутренний потенциал по использованию шлаков.

Преимущества использования шлаков

Для органов государственной власти:

Улучшение экологической ситуации
Улучшение качества дорог

Для органов местной власти:

Улучшение экологической ситуации
Оптимизация землепользования
Рекультивация шлакоотвалов

Для металлургических предприятий:

Не нужно расширять шлакоотвалы
Шлаки как дополнительный источник сырья
Реализация шлаков – дополнительный источник дохода

Для цементных заводов:

Сокращение выбросов CO₂
Сокращение расходов энергоресурсов

Для производителей бетона:

Улучшение прочности бетона

Для строителей дорог:

Повышение прочности дорог

Возможные мероприятия по расширению использования шлаков в Украине

- Внедрение системы государственных зеленых закупок (по примеру Нидерландов и Японии), которая позволит нарастить использование шлаков в государственных и региональных строительных программах;
- Разработка налоговых стимулов для предприятий, использующих побочные продукты в производстве (например, в Японии и США действуют налоговые скидки для таких компаний);
- Разработка и реализация программы строительства цементобетонных дорог в Украине (цементобетонные дороги обладают повышенной прочностью и могут строиться на 100% из материалов украинского производства);
- Повышение ставок рентной платы за добычу песка и щебня (разработка карьеров наносит ущерб окружающей среде, тогда как эти же материалы могут быть получены путем переработки шлаков);
- Разработка механизмов компенсации расходов на транспортировку шлаков «Укрзалізницею» (высокие логистические расходы делают экономически нецелесообразным использование шлаков в проектах, расположенных далеко от металлургических комбинатов; цементные заводы вблизи западной границы Украины импортируют доменные шлаки из Словакии, т.к. это дешевле покупки украинских шлаков).