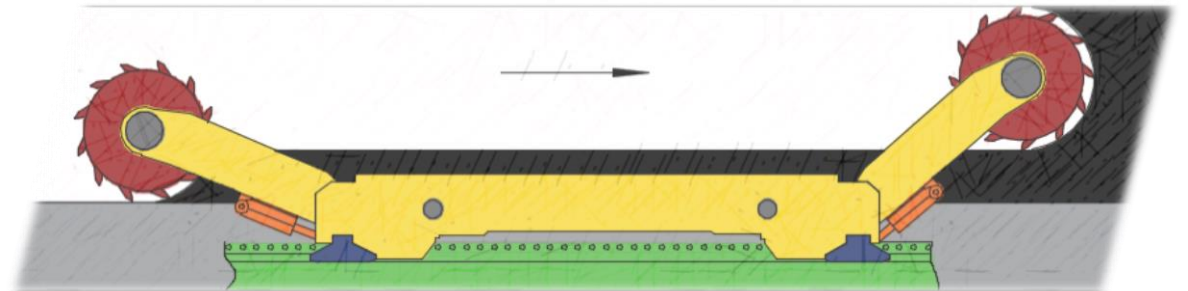




# ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЕКТИВНОЙ ОТРАБОТКИ ТОНКИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

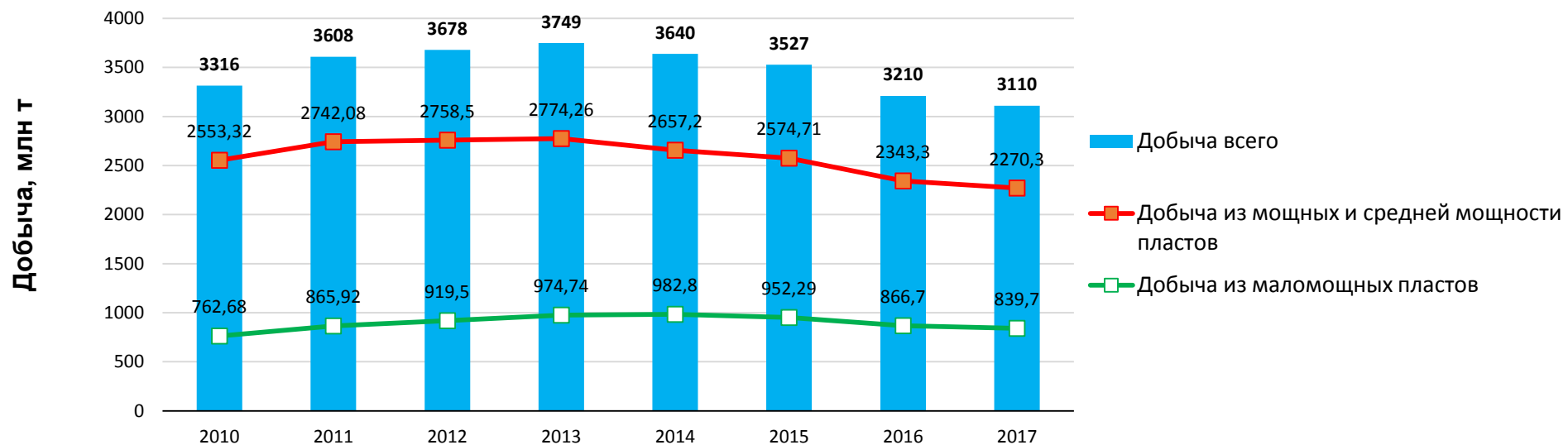
**В.И. Бондаренко**

доктор технических наук, профессор

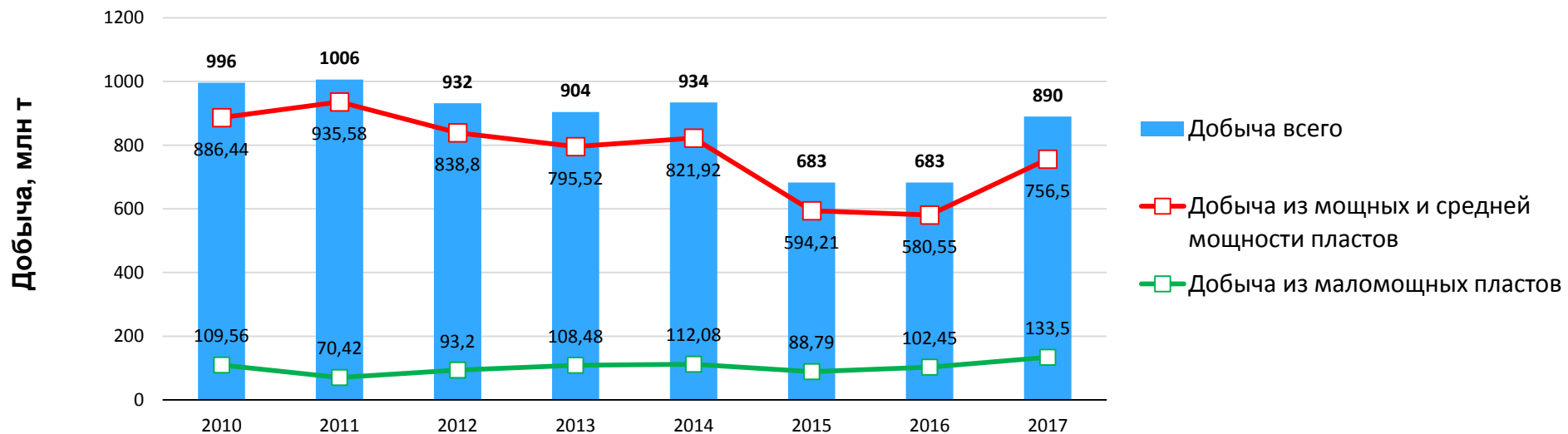


# ДИНАМИКА ДОБЫЧИ УГЛЯ ИЗ МАЛОМОЩНЫХ ПЛАСТОВ В ОСНОВНЫХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ СТРАНАХ

## Китай

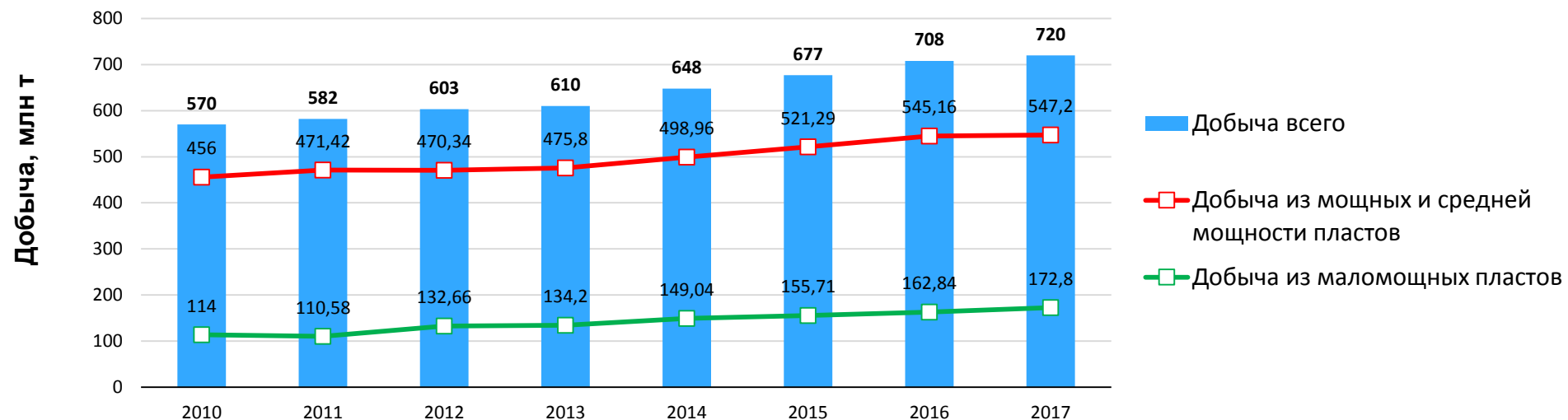


## США

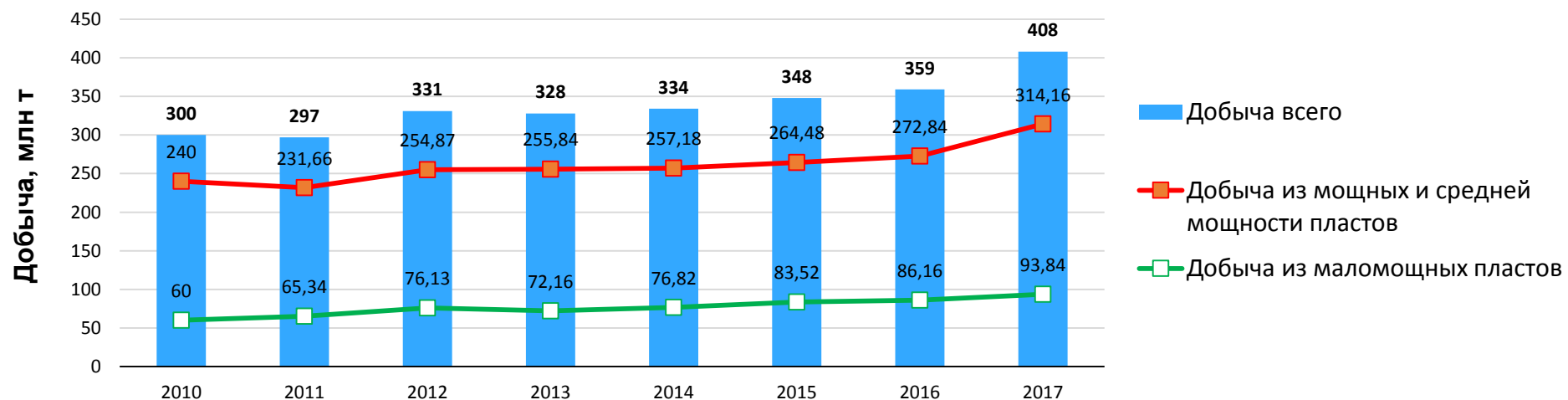


# ДИНАМИКА ДОБЫЧИ УГЛЯ ИЗ МАЛОМОЩНЫХ ПЛАСТОВ В ОСНОВНЫХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ СТРАНАХ

## Индия

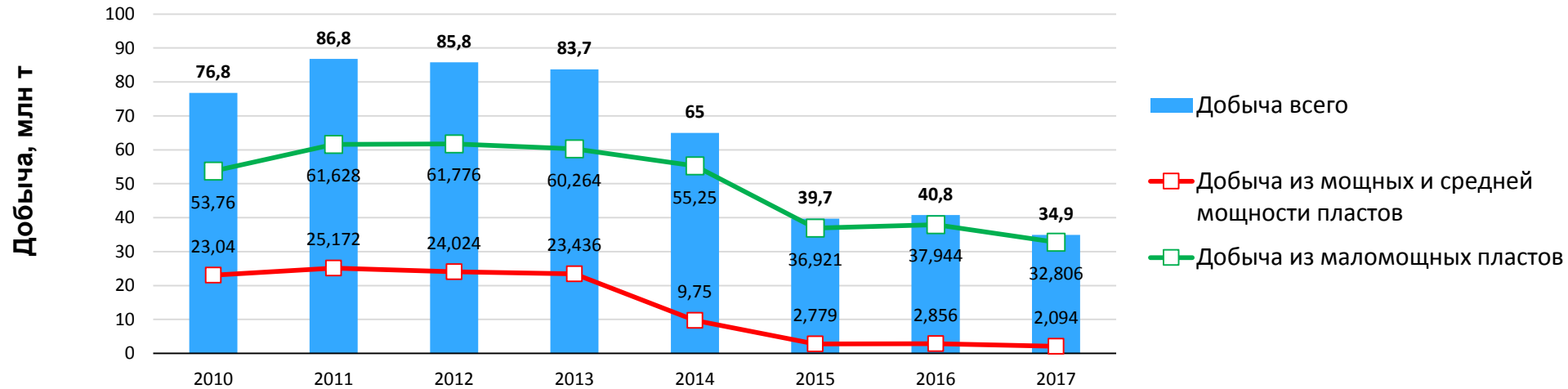


## Россия

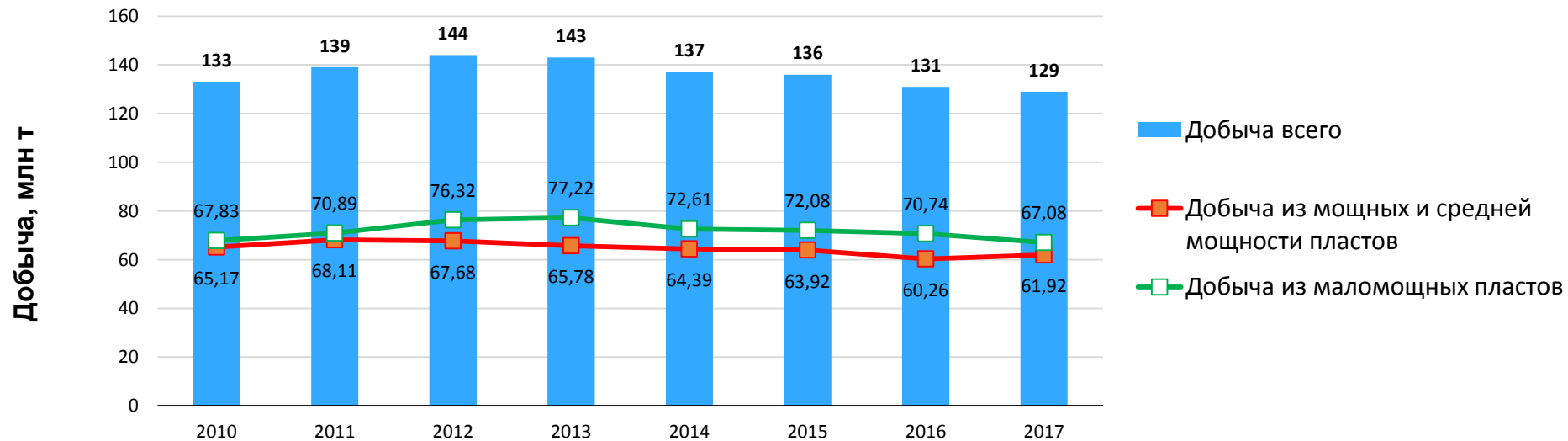


# ДИНАМИКА ДОБЫЧИ УГЛЯ ИЗ МАЛОМОЩНЫХ ПЛАСТОВ В ОСНОВНЫХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ СТРАНАХ

## Украина

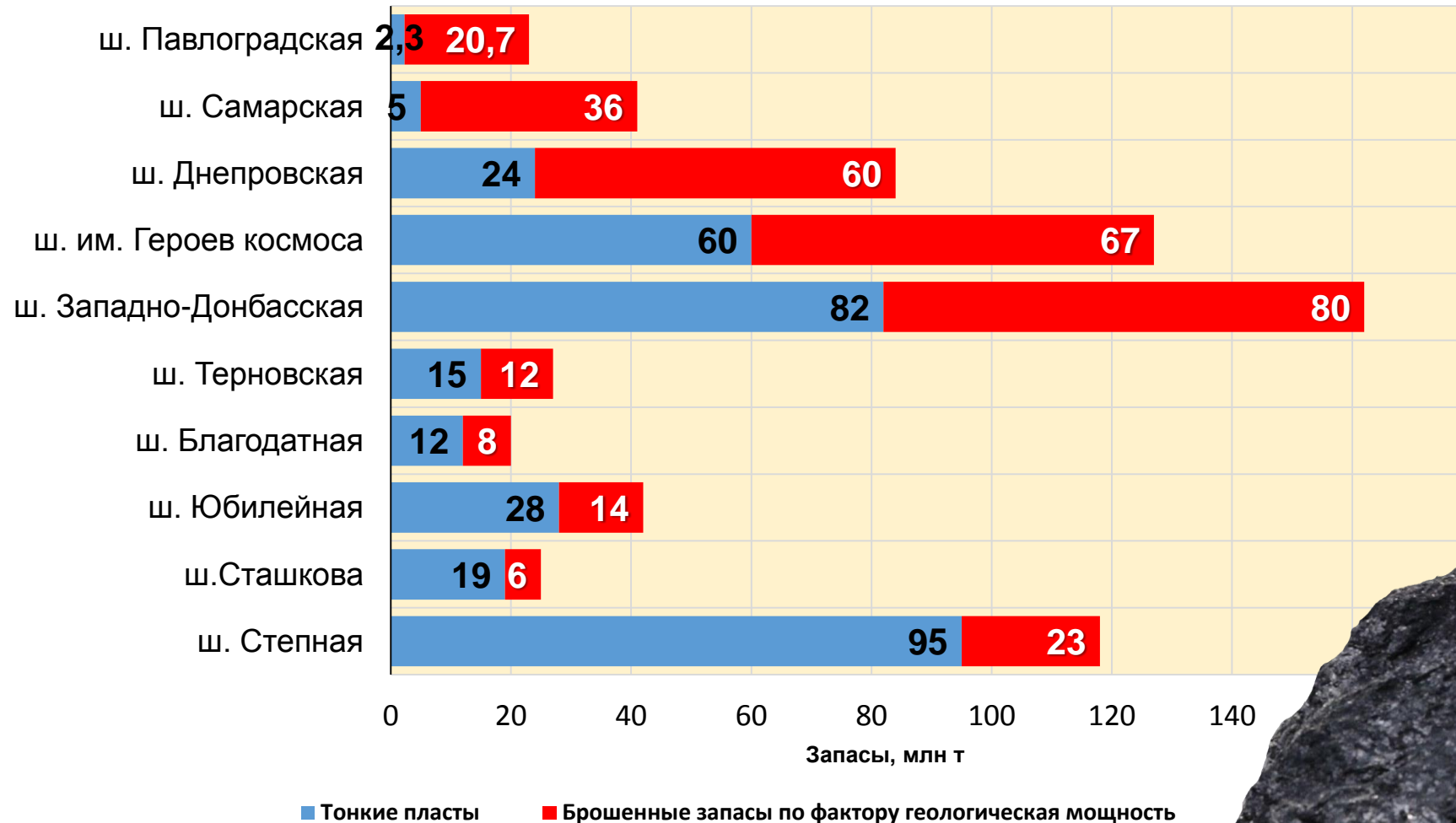


## Польша

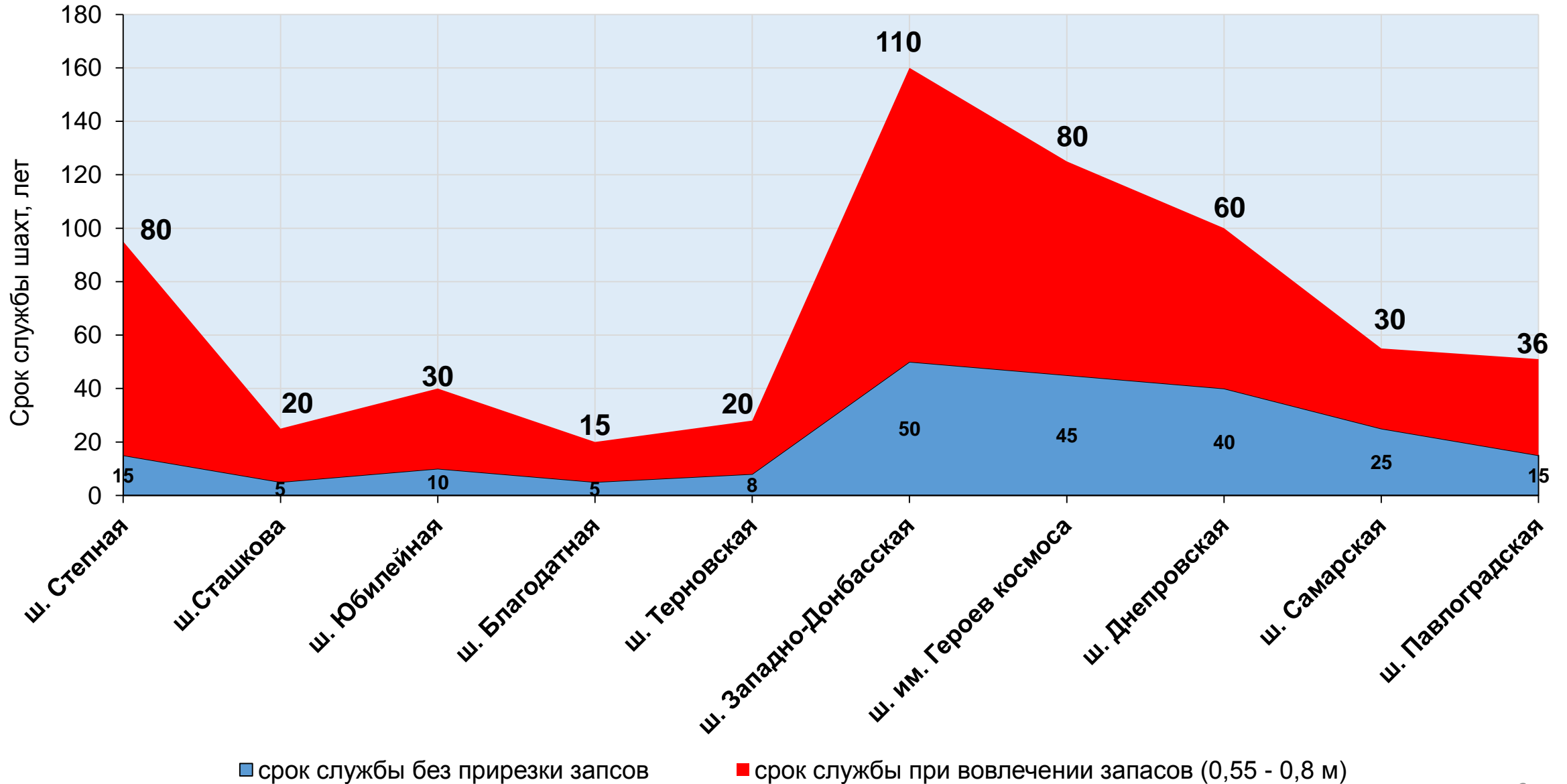


# СТРУКТУРА ЗАПАСОВ ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ

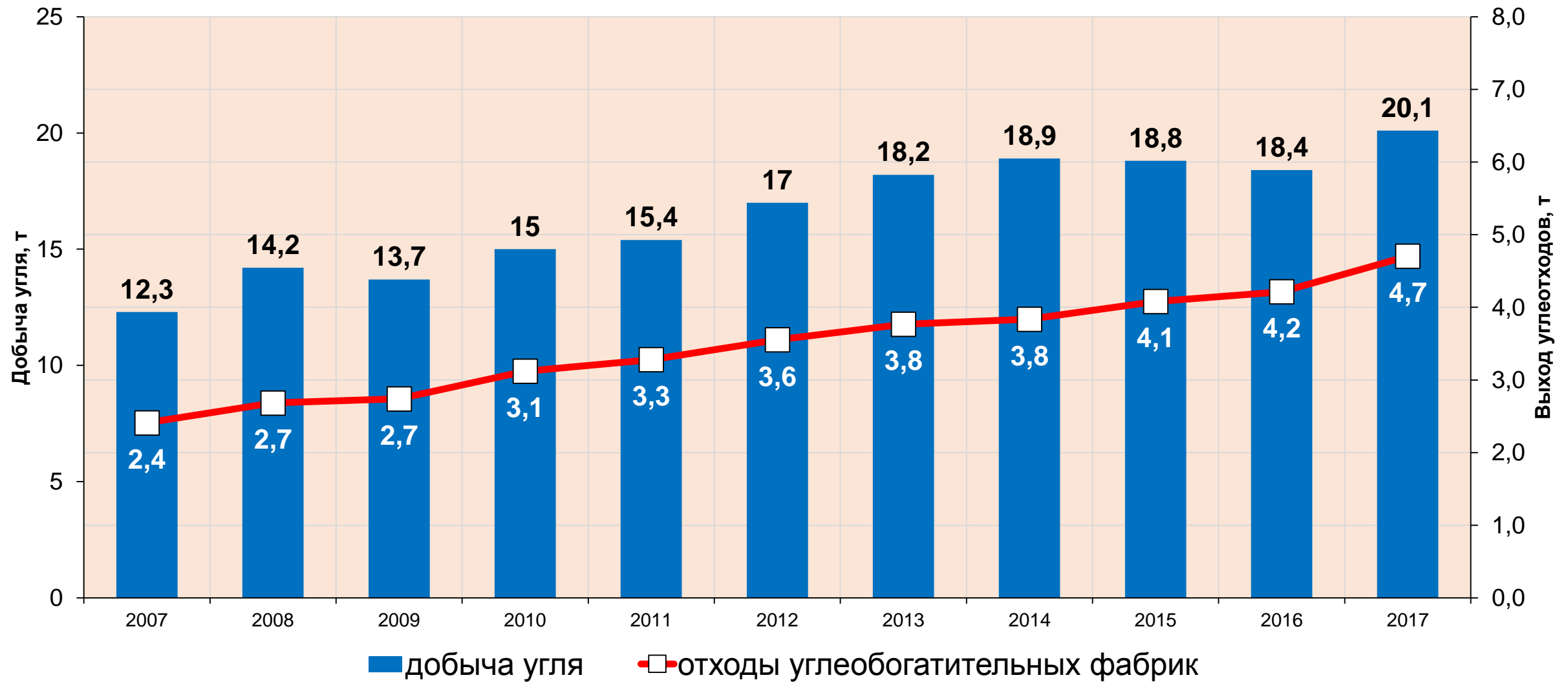
В общем по ДТЭК Павлоградуголь имеется 671 млн т промышленных запасов угля, из них в тонких пластах – 341 млн т. Доля запасов отнесенных к нецелесообразной отработке по фактору «геологическая мощность пласта» составляет **51%**.



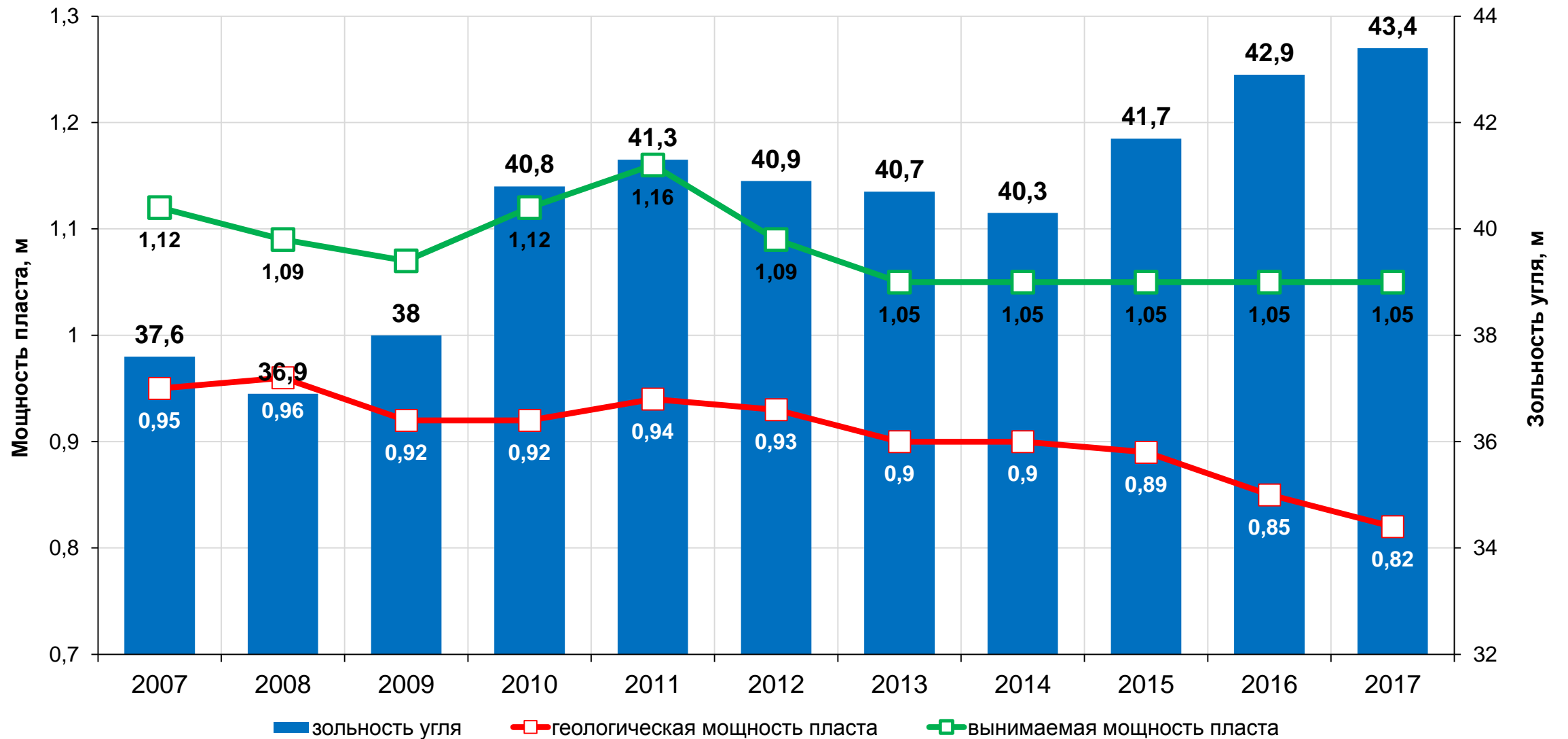
# УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКОВ СЛУЖБ ШАХТ ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ



# ДИНАМИКА ДОБЫЧИ УГЛЯ И ОБРАЗОВАНИЯ УГЛЕОТХОДОВ В ЗАПАДНОМ ДОНБАССЕ



# МОЩНОСТЬ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ПЛАСТОВ И ЗОЛЬНОСТЬ ДОБЫВАЕМОГО УГЛЯ

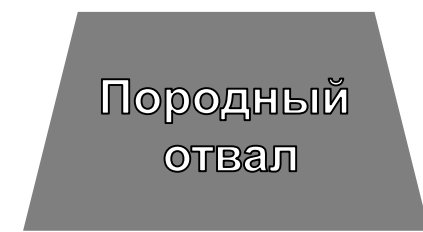
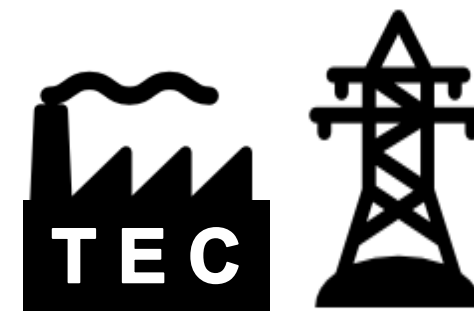
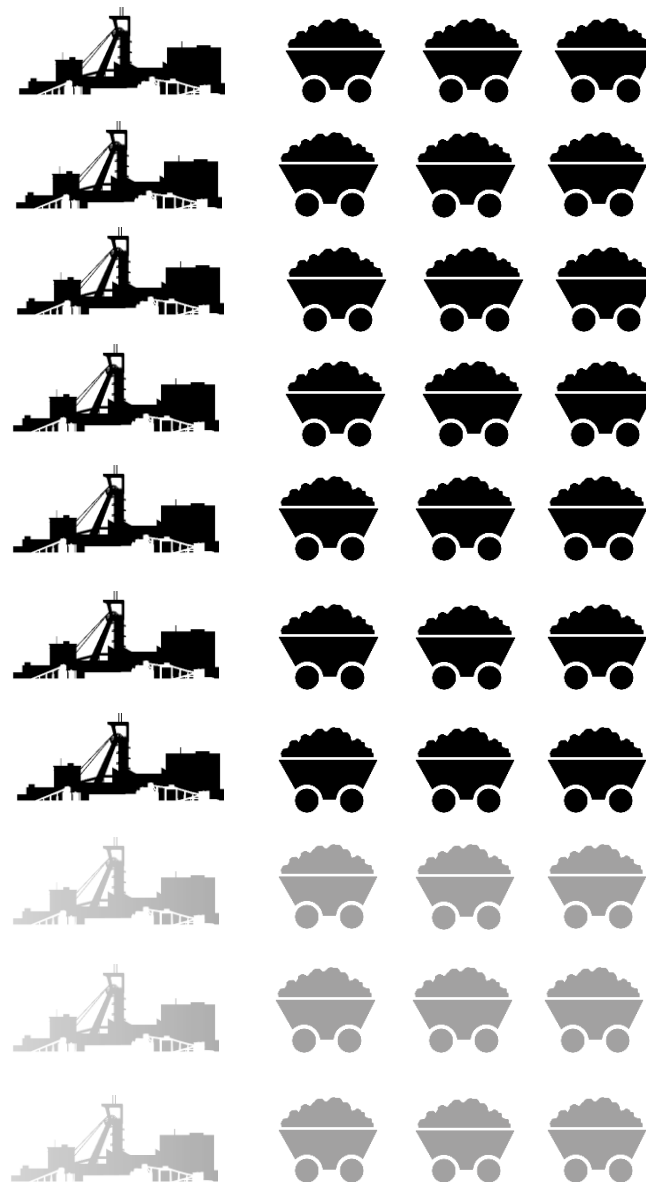




# КАЧЕСТВО ДОБЫВАЕМОГО УГЛЯ

Использование существующих технологий добычи угля приводит к его засорению породой до **38-40%**

Если условно перераспределить добычу между шахтами Западного Донбасса, то получится, что из **10** шахт ДТЭК Павлоградуголь уголь добывают **7** шахт, а остальные **3** шахты добывают породу.



# СНИЖЕНИЕ КАЧЕСТВА ДОБЫВАЕМОГО УГЛЯ



ПОВЫШЕНИЕ ЗОЛЬНОСТИ НА **1%** ПРИВОДИТ  
К НИЖЕНИЮ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ УГЛЯ НА **80** ККАЛ/КГ

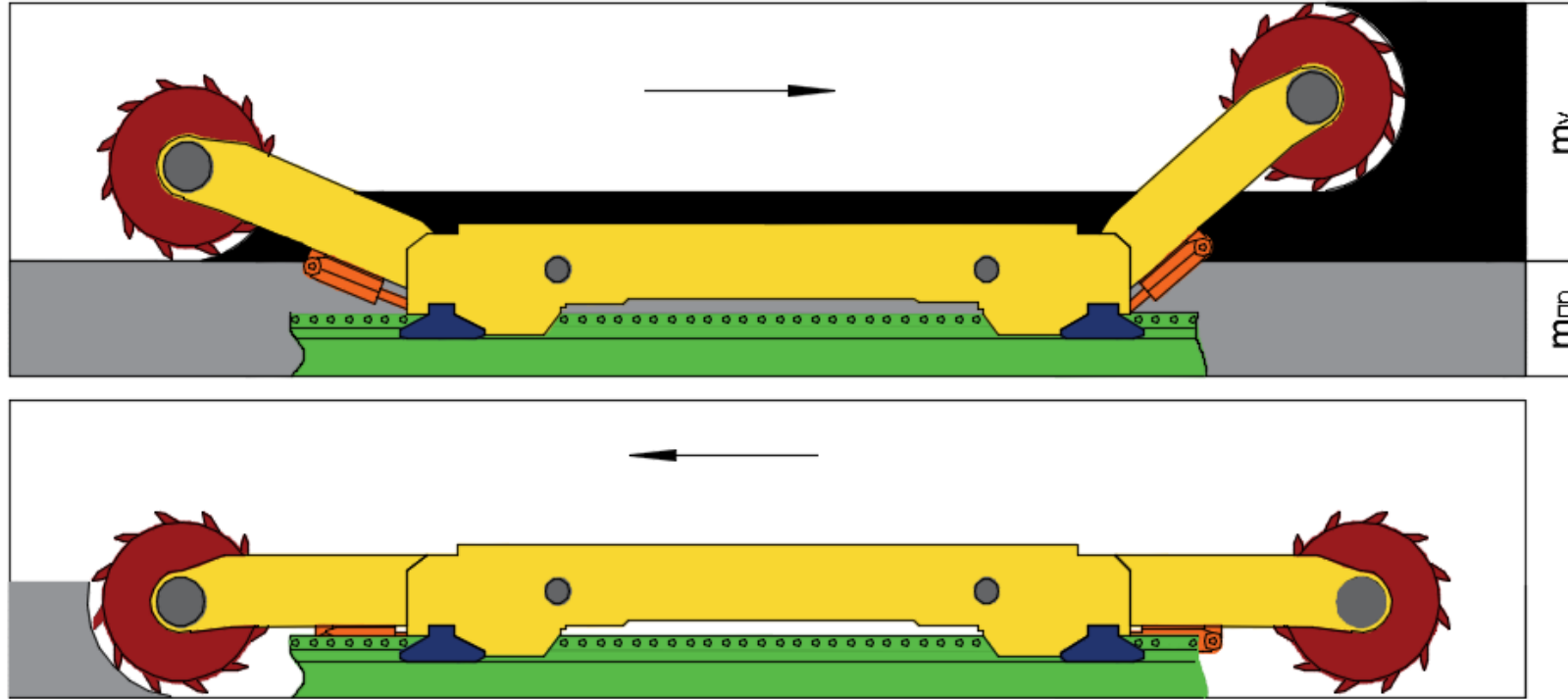
ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ УГЛЯ ПРИ ЗОЛЬНОСТИ 25%

ККАЛ/КГ



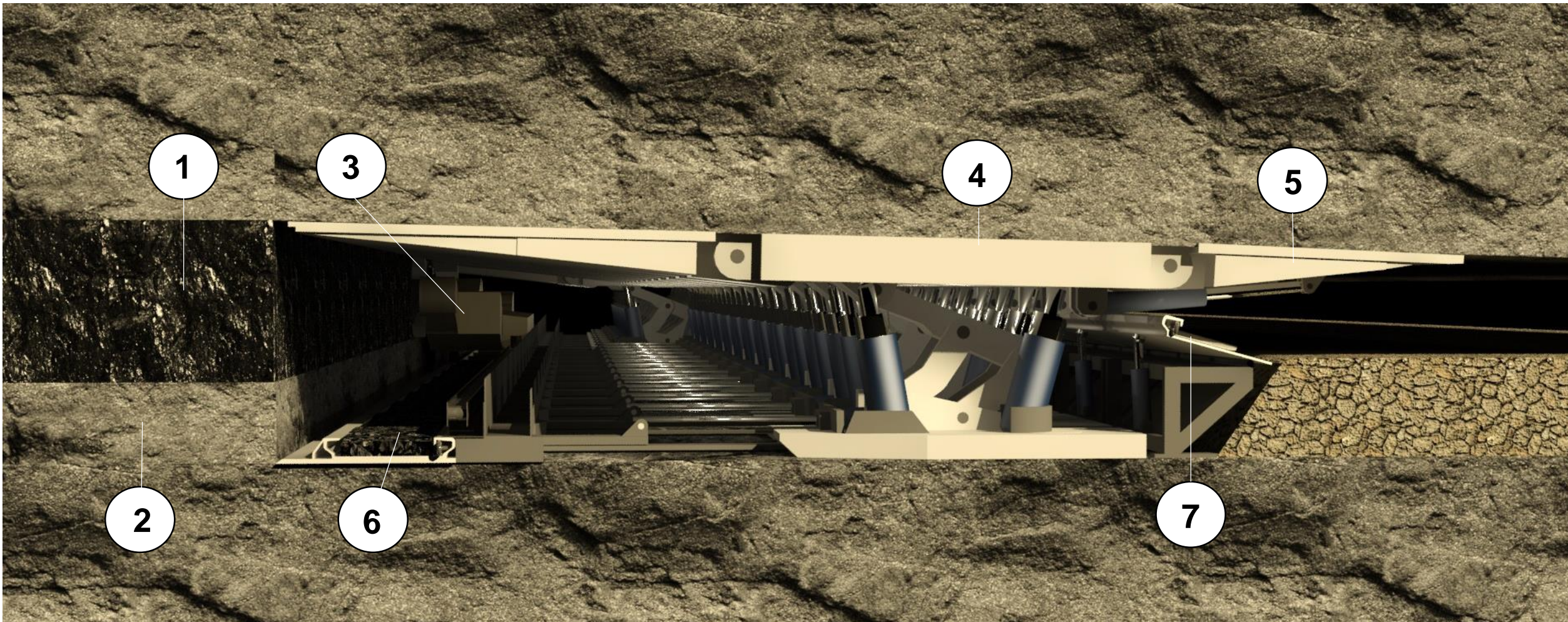
ПОТЕРИ ПРИ ЗОЛЬНОСТИ 40%

# ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЕКТИВНОЙ ОТРАБОТКИ ТОНКИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ



- выемка угля и породы осуществляется отдельно за два прохода комбайна
- в одну сторону комбайн вынимает уголь, в обратную сторону – породу

# ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЕКТИВНОЙ ОТРАБОТКИ ТОНКИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ



**Технологическая модель селективной выемки угля с оставлением породы в выработанном пространстве:**  
1 – угольный пласт; 2 – отсекаемая порода; 3 – очистной комбайн; 4 – механизированная крепь; 5 – обратная консоль секции механизированной крепи; 6, 7 – забойная и закладочная ветви горизонтально-замкнутого скребкового конвейера

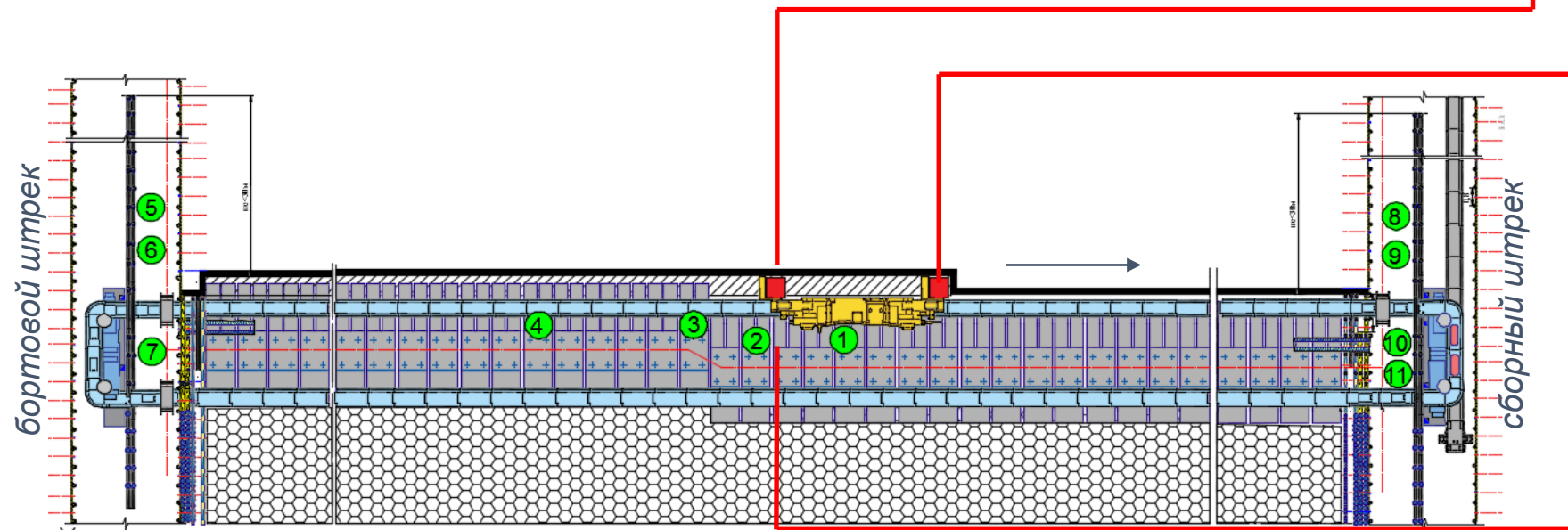
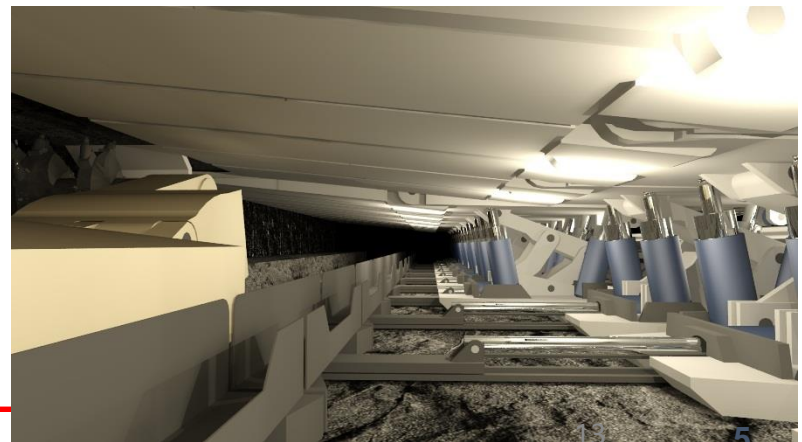
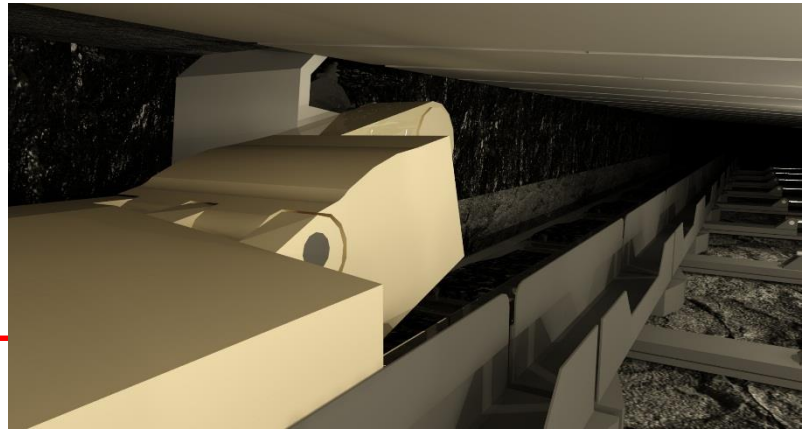
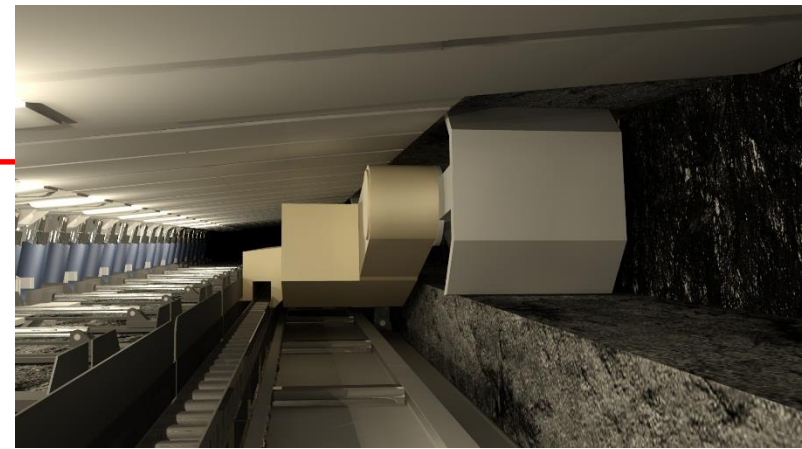
# ВЫЕМКА УГОЛЬНОЙ ПОЛОСЫ

Выемка угля и породы производится по односторонней схеме.

Вначале вынимается уголь, затем в противоположном направлении производится выемка оставшегося породного уступа.

На выемке угля заняты машинист комбайна (1) и помощник машиниста (2).

По мере движения комбайна в сторону сборного штрека производится поочередная передвижка секций крепи (шаг передвижки – 0,8 м). Забойная и закладочная линии конвейера остаются не передвинутыми. На задвижке секции крепи с отставанием от режущего органа комбайна не более 1,5 – 2 м занят ГРОЗ (3), ГРОЗ (4) находясь в 10 м за комбайном поправляет кабели и шланги. После выемки угольной стружки и выхода комбайна к сборному штреку, производится зарубка комбайна в породный уступ путем опускания его шнеков.

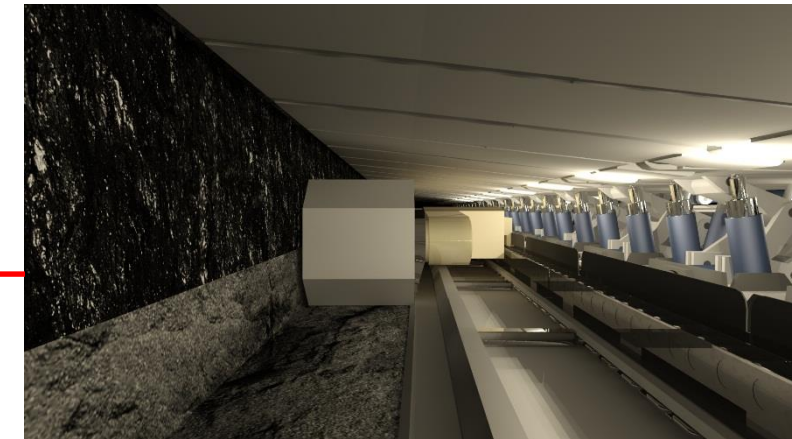
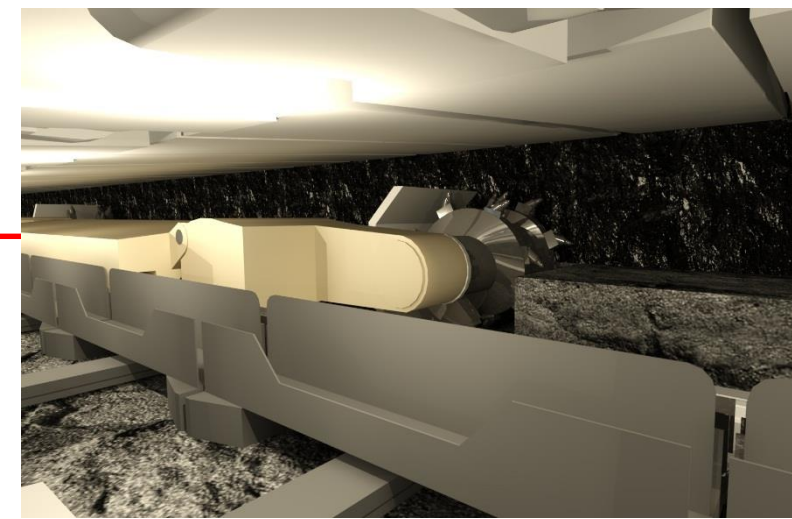
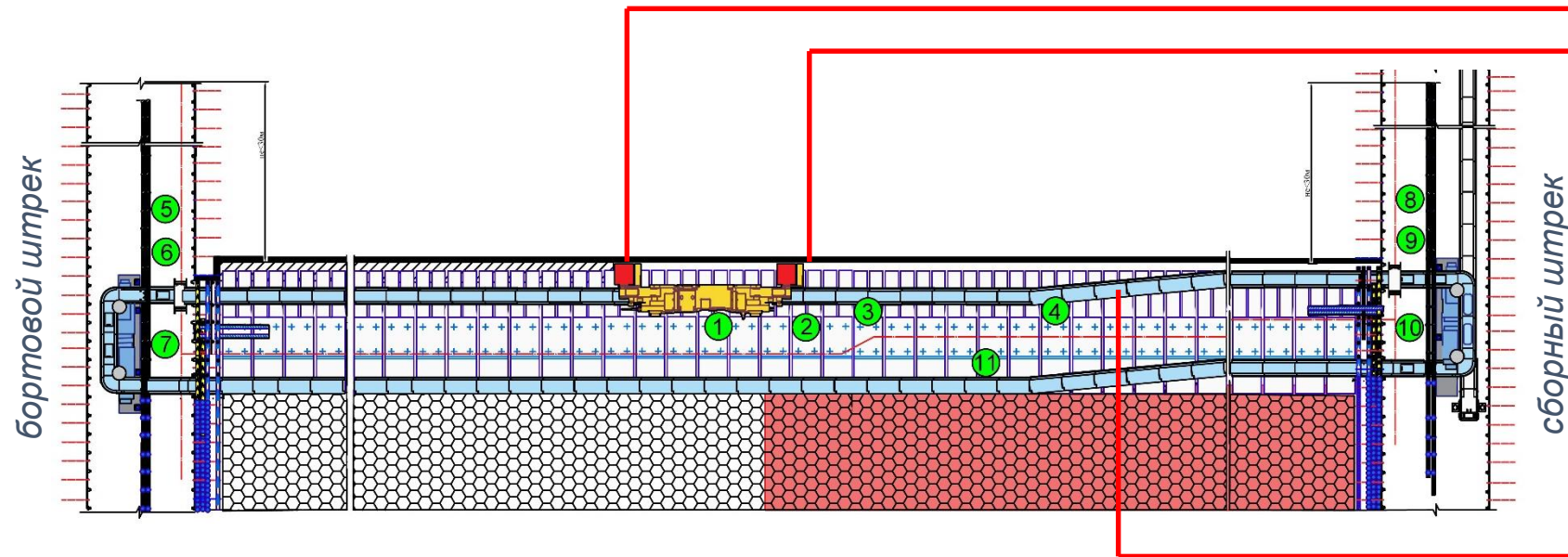


# ВЫЕМКА ПОРОДНОЙ ПОЛОСЫ

После зарубки шнеков в угольный уступ закрываются разгрузочные окна в поворотном блоке скребкового конвейера на сборном штреке, предназначенный для перегрузки угля на скребковый перегружатель ленточного конвейера. Обслуживанием пересыпа во время выемки угля занимается ГРОЗ (11).

Далее производится выемка породного уступа в направлении от сборного штрека к бортовому. Порода из забоя транспортируется к сборному штреку, далее огибает выработку и в противоположном направлении поступает на закладочную конвейерную линию. Контроль разгрузки породы в выработанное пространство выполняет ГРОЗ (11).

После отхода от сборного штрека на 15 – 20 м, комбайн и скребковый конвейер останавливают. Снимают стойки рам арочной крепи и стойки крепления приводной головки конвейера на сборном штреке, после чего производится передвижка приводов скребкового конвейера. Далее выполняется оставшаяся часть концевых операций (восстановление стоек арочной крепи, приводной головки конвейера, возведение органной крепи и т.д.) В работах, выполняемых на сопряжении со сборным штреком, задействованы ГРОЗ (11), во время отсутствия работ по закладке ГРОЗы (8), (9) и (10).

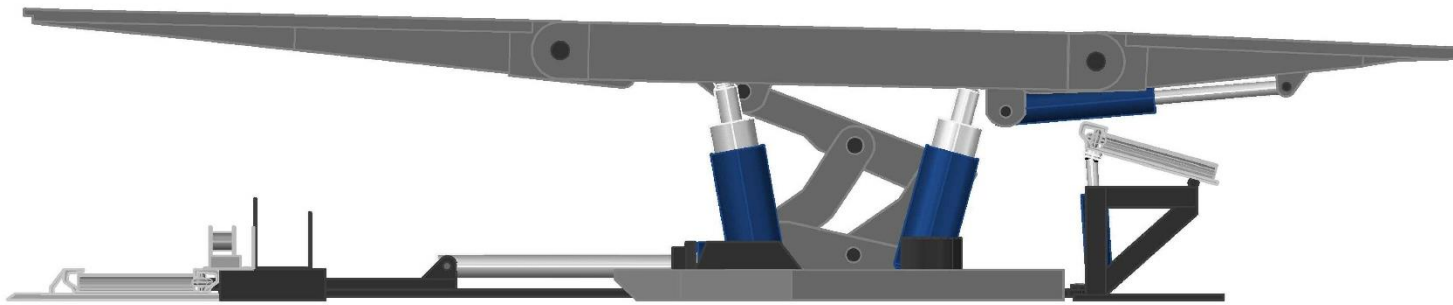
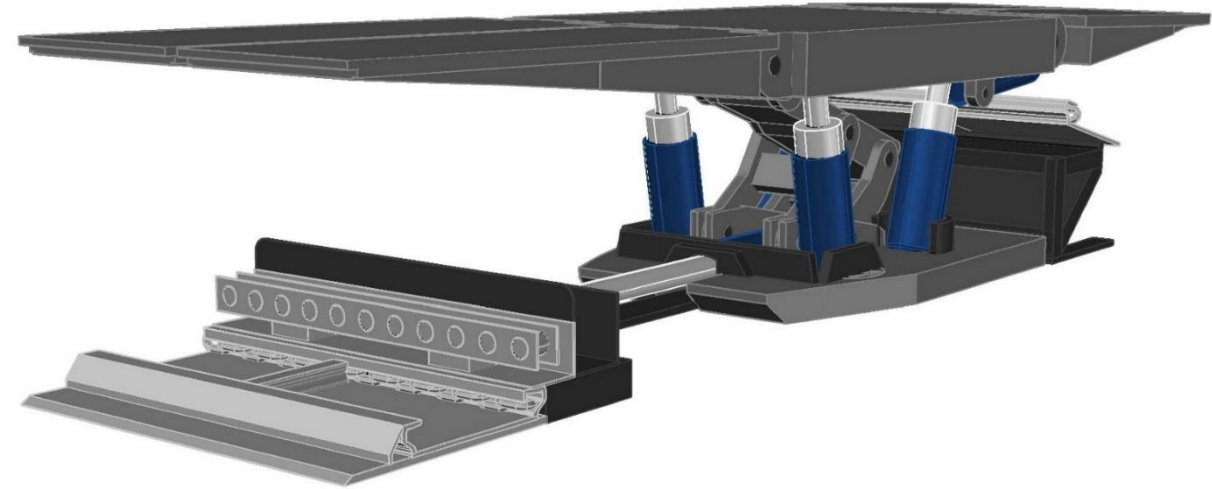


# ВЫЕМОЧНО-ЗАКЛАДОЧНЫЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС

## МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ЗАКЛАДОЧНАЯ КРЕПЬ

### Основные технические характеристики

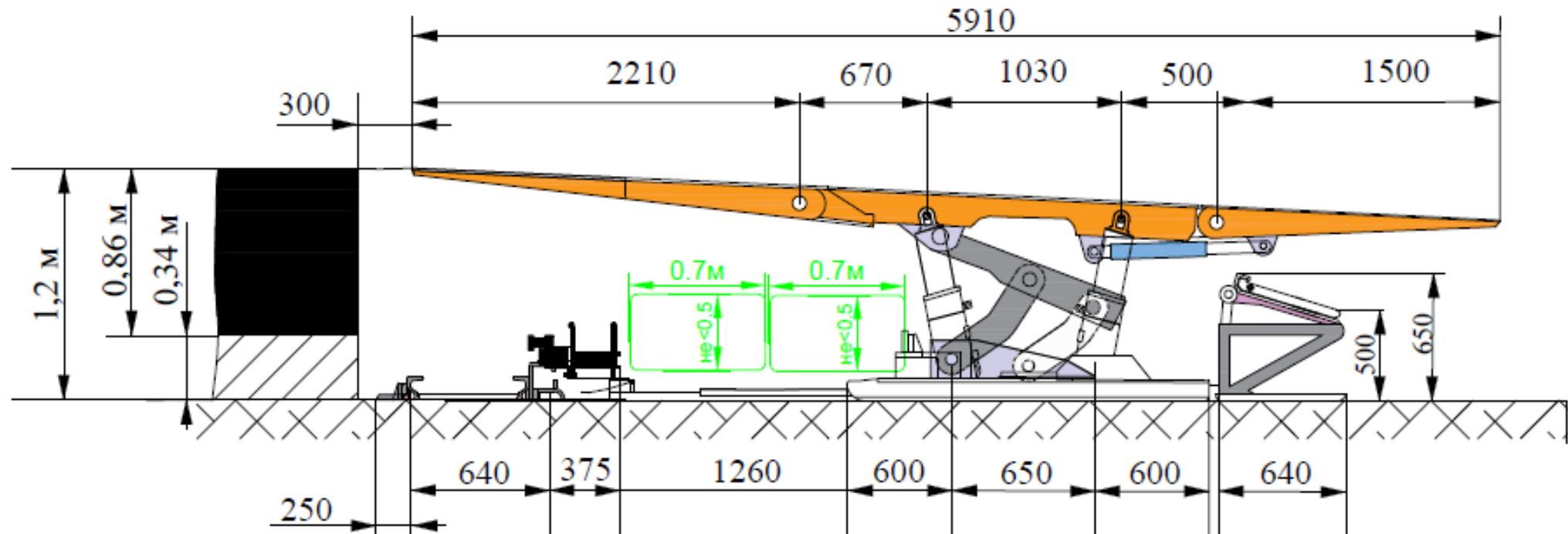
- Удельное сопротивление на 1 м длины лавы: 3200 кН/м
- Коэффициент гидравлической раздвижности (не менее): 2
- Коэффициент затяжки кровли (не менее): 0,9
- Усилие гидродомкрата при передвиге секции: 300 кН
- Усилие гидродомкрата при передвиге конвейера: 250 кН
- Максимальное давление в напорной магистрали: 32 МПа
- Давление срабатывания клапана: 39 МПа



- Длина по перекрытию: 5910 мм
- Высота: 760 – 1400 мм
- Ширина: 1620 мм
- Шаг передвиги секции: 0,8 м
- Шаг установки секции: 1,7 м

# ВЫЕМОЧНО-ЗАКЛАДОЧНЫЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС

Геометрические размеры секции крепи

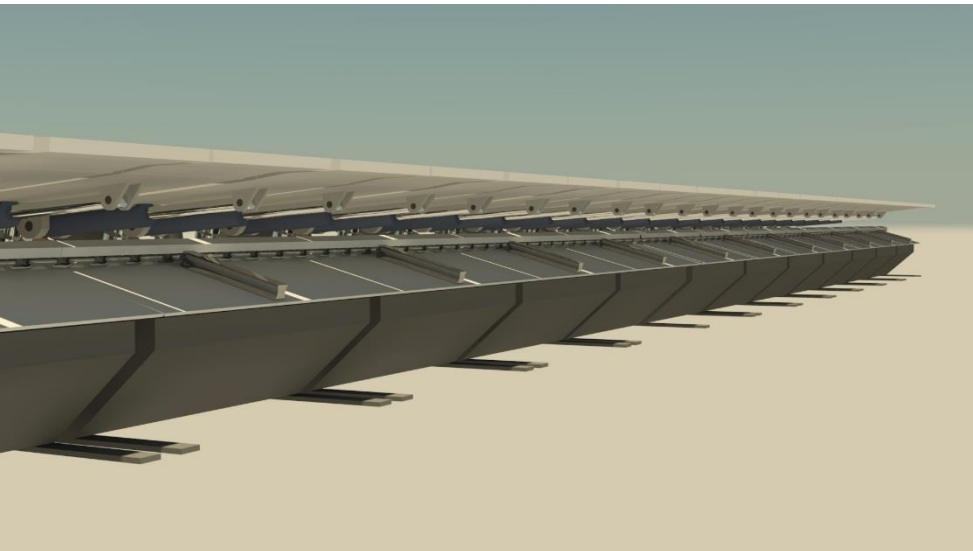




# ГОРИЗОНТАЛЬНО-ЗАМКНУТЫЙ СКРЕБКОВЫЙ КОНВЕЙЕР

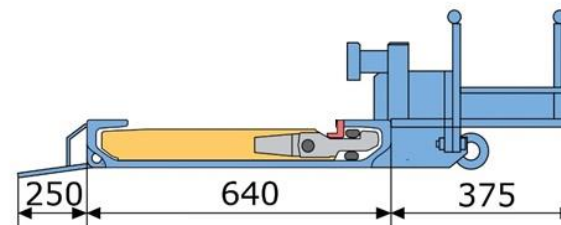
## Основные технические характеристики

- Производительность, т/ч: 460
- Длина в поставе, м: до 300
- Скорость движения цепи, м/с: 1,0
- Тип рештака: двубортный (забойная ветка); однобортный (закладочная ветка)
- Ширина рештака, мм: 640
- Высота рештака, мм: 150
- Длина рештака, мм: 1500; 1620
- Мощность привода, кВт: 4x135; 2x270
- Типоразмер цепи: 34x126x38-СЭ



## УДЕРЖАНИЕ СКРЕБКОВОЙ ЦЕПИ НА ОДНОЙ ПАРАЛЛЕЛИ В НАКЛОННЫХ РЕШТАКАХ

*рештак и навесное оборудование забойной  
конвейерной линии*

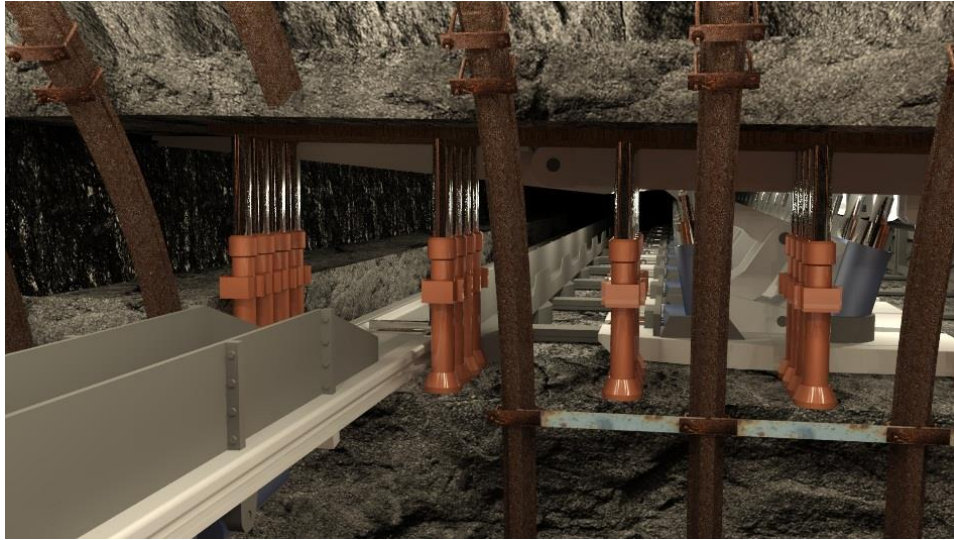


*рештак закладочной конвейерной линии*

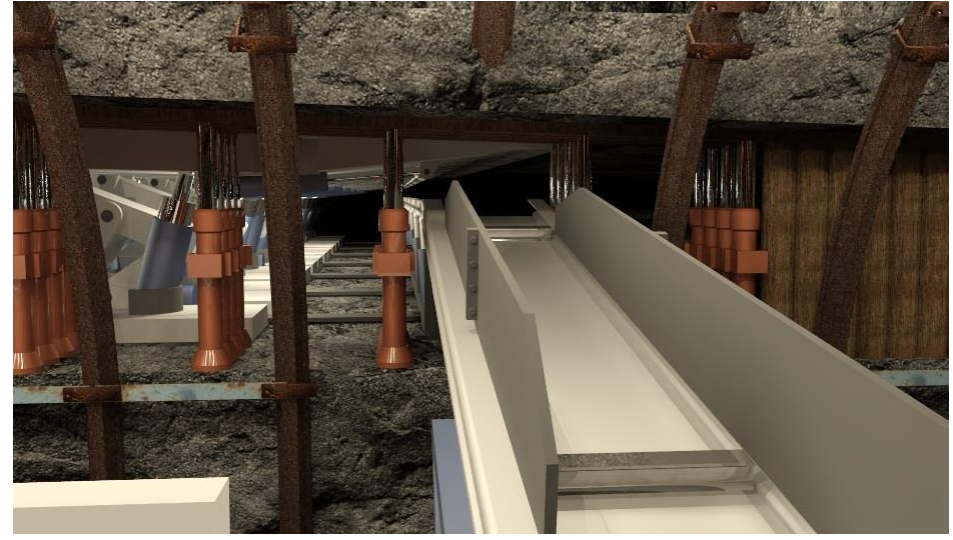


# МОДЕЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОПРЯЖЕНИЯ ЛАВА-ШТРЕК

1



2



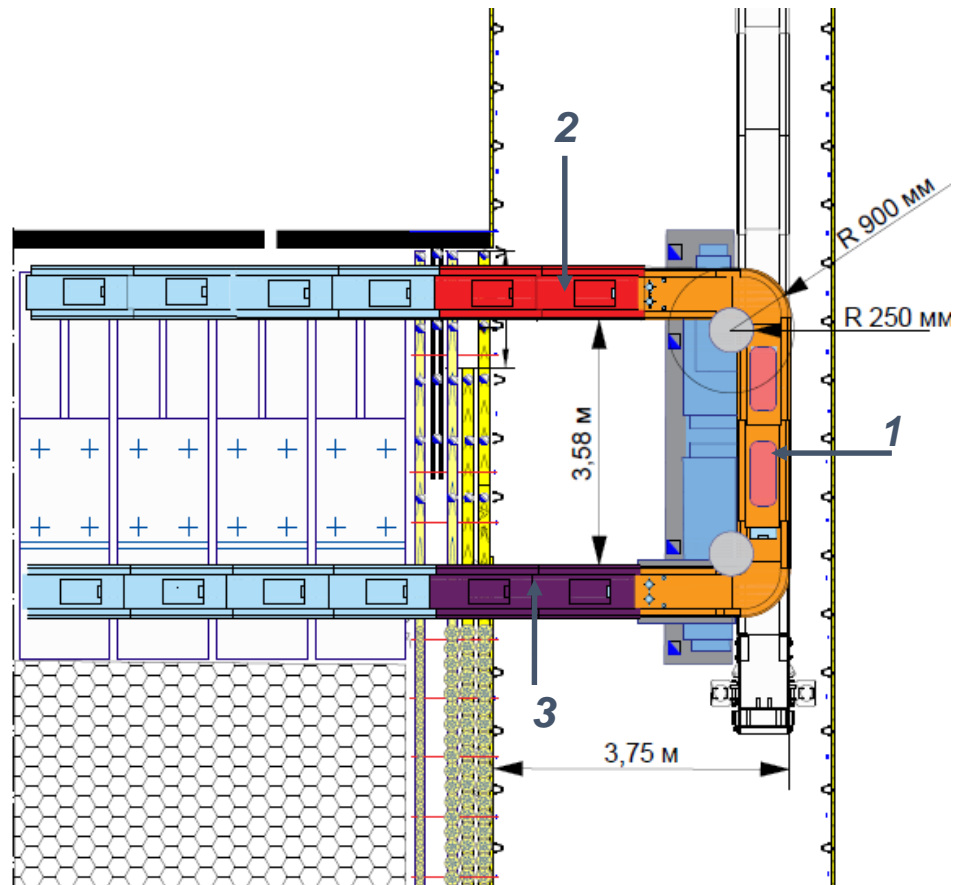
3



4



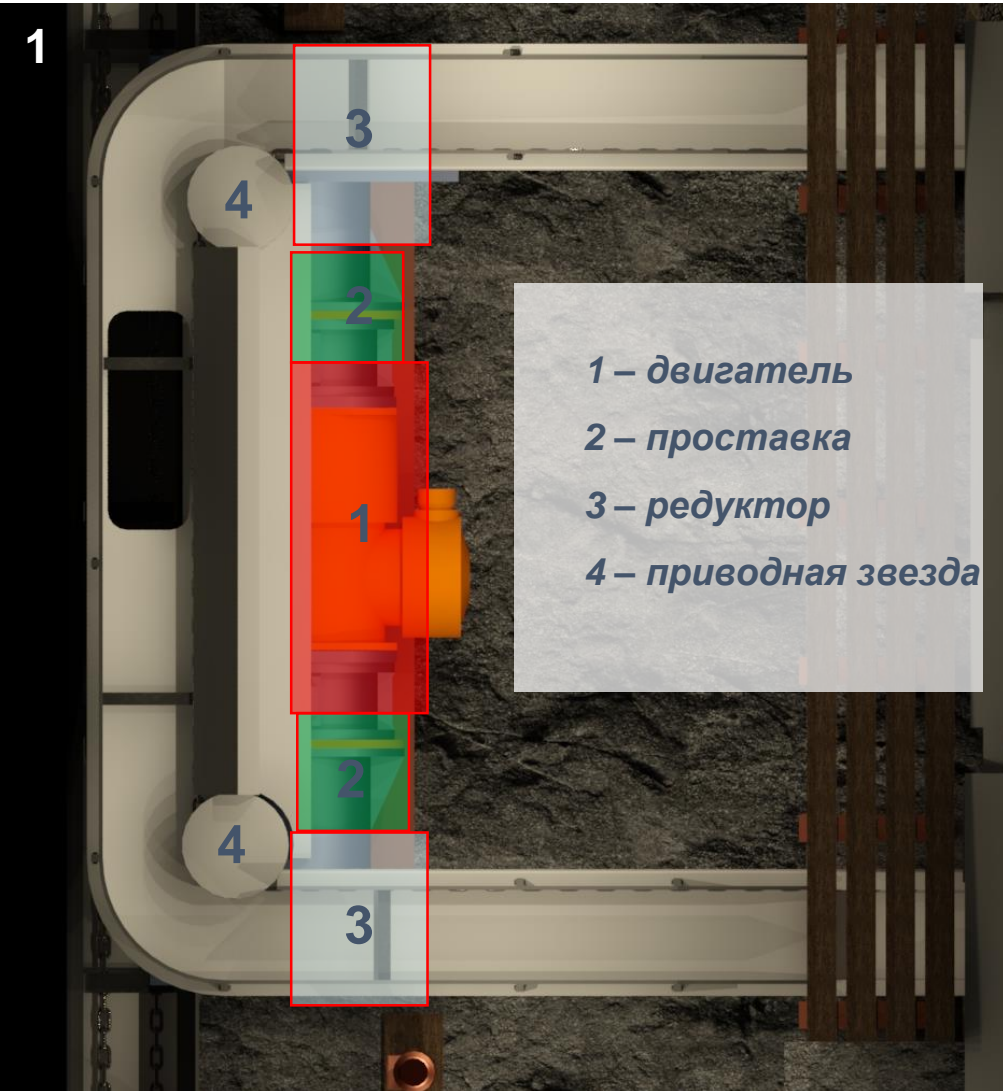
# РАЗМЕЩЕНИЕ ПОВОРОТНЫХ РЕШТАКОВ НА СОПРЯЖЕНИИ ЛАВА-ШТРЕК



- Переходные секции **2** и **3** осуществляют соединение поворотных блоков с рештачным ставом (забойным и закладочным).
- Переходная секция забойной ветви **2** имеет с одного торца фланцы для соединения с рамой приводного блока, а с другого торца – замковые соединения для стыковки с рештачным ставом.
- Переходная закладочная секция **3** имеет с обоих торцов шарнирное соединение с поворотным блоком и рештачным ставом, что позволяет поднимать закладочную конвейерную линию в вертикальной плоскости на высоту до 800 мм относительно нижней поверхности поворотного блока.
- Тяговая цепь движется по направляющим рештачного става забойной линии, далее по переходной секции **2** к поворотному блоку **3**, входит в зацепление с приводными звездами, разворачивается в горизонтальной плоскости на 180° и затем по наклонной переходной секции **3** продолжает движение по закладочной линии.

1 – поворотный блок с приводом  
2 – переходная забойная секция  
3 – переходная закладочная секция

# РАЗМЕЩЕНИЕ ПОВОРОТНЫХ РЕШТАКОВ НА СОПРЯЖЕНИИ ЛАВА-ШТРЕК

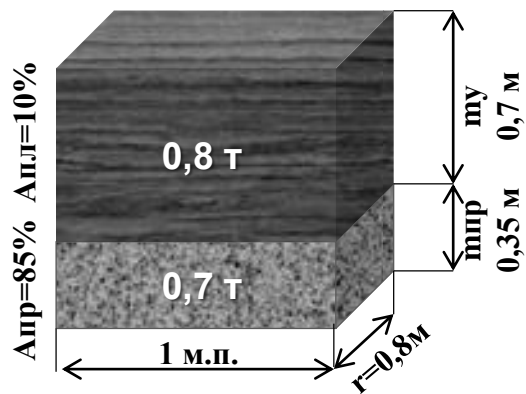


- В составе конвейера работает гидравлический телескопический привод, установленный на поворотном блоке между приводом и переходной секцией, который позволяет осуществлять продольное изменение длины рештачного става конвейера.
- Применение телескопического привода позволяет осуществлять механизированное плавное регулирование натяжение цепи, а также обеспечить возможность удлинения или укорачивания става конвейера. Величина продольной раздвижной с помощью телескопического привода составляет до 800 мм.



# ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЙ

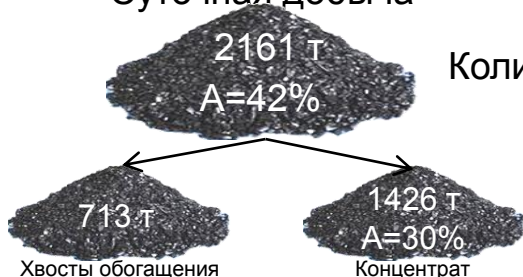
## ВАЛОВАЯ ВЫЕМКА



Скорость подачи комбайна

$$V_e = 4 \text{ м/мин}$$

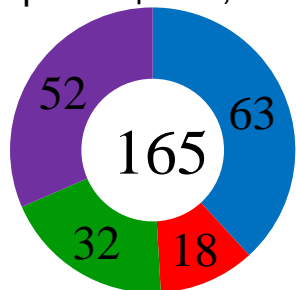
Суточная добыча



Условные обозначения к времени цикла:

- время выемки угля
- время простоев (отказы конвейерной линии)
- время технологических перерывов
- время концевых операций
- время выемки и закладки породы в выработанное пространство

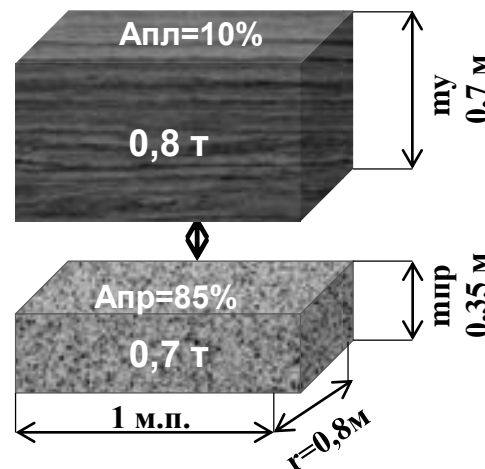
Время цикла, мин



Количество вырабатываемой эл. эн., ГВтч



## РАЗДЕЛЬНАЯ ВЫЕМКА

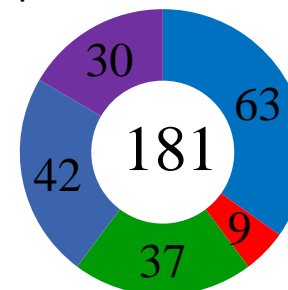


Скорость подачи комбайна

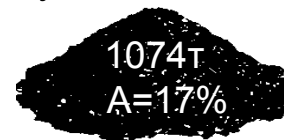
$$V_{ey} = 4 \text{ м/мин}$$

$$V_{en} = 6 \text{ м/мин}$$

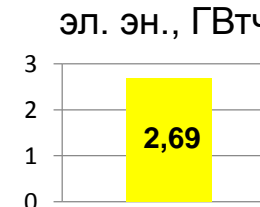
Время цикла, мин



Суточная добыча



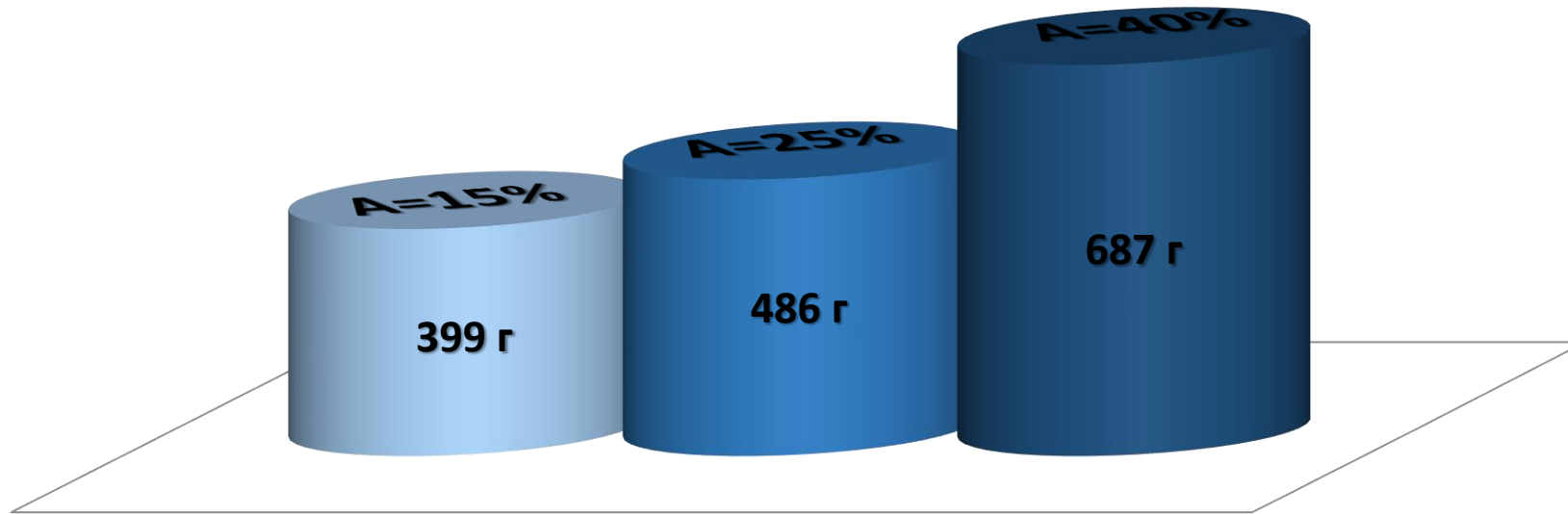
Количество вырабатываемой эл. эн., ГВтч



Выход породы (в закладку), т

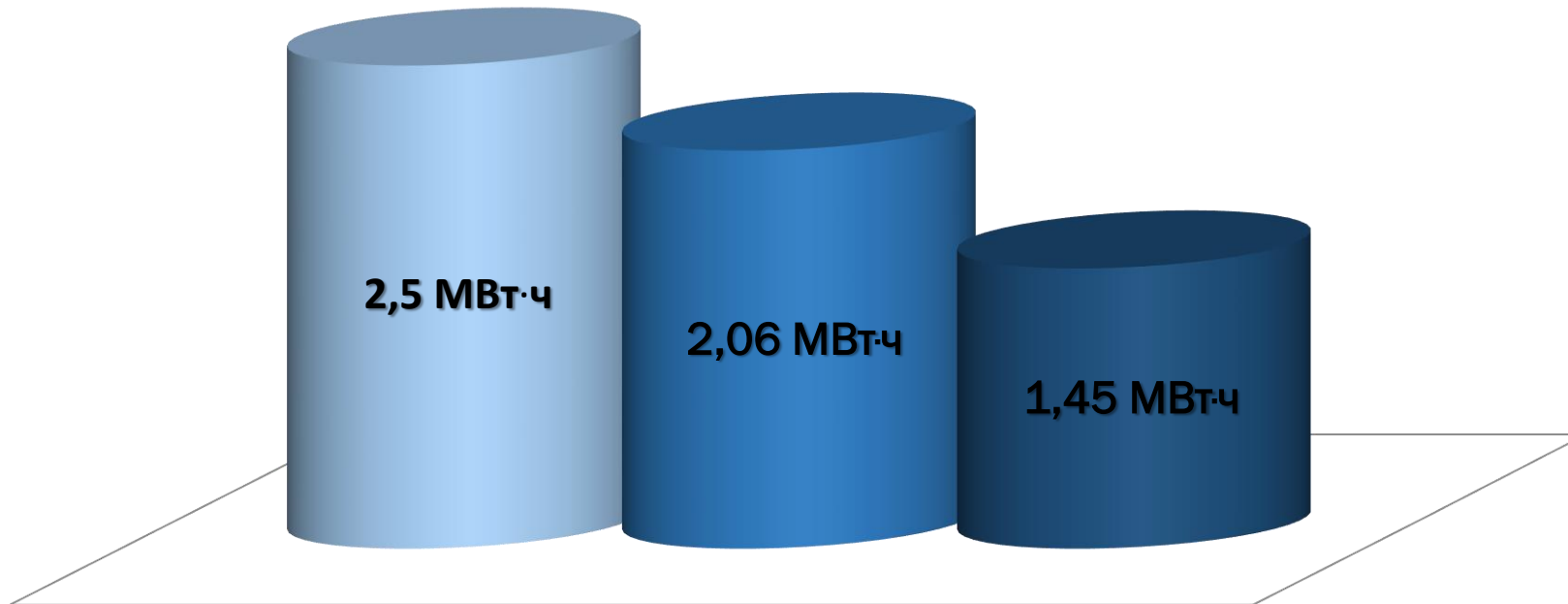


# КОЛИЧЕСТВО УГЛЯ, НЕОБХОДИМОЕ **ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ 1кВт·ч электроэнергии**



- Для генерирования 1 кВт·ч электроэнергии необходимо разное количество угля разного качества.
- Так для генерирования 1 кВт·ч необходимо **399 г** угля с зольностью 15%, **486 г** с зольностью 25% и **687 г** с зольностью 40%.

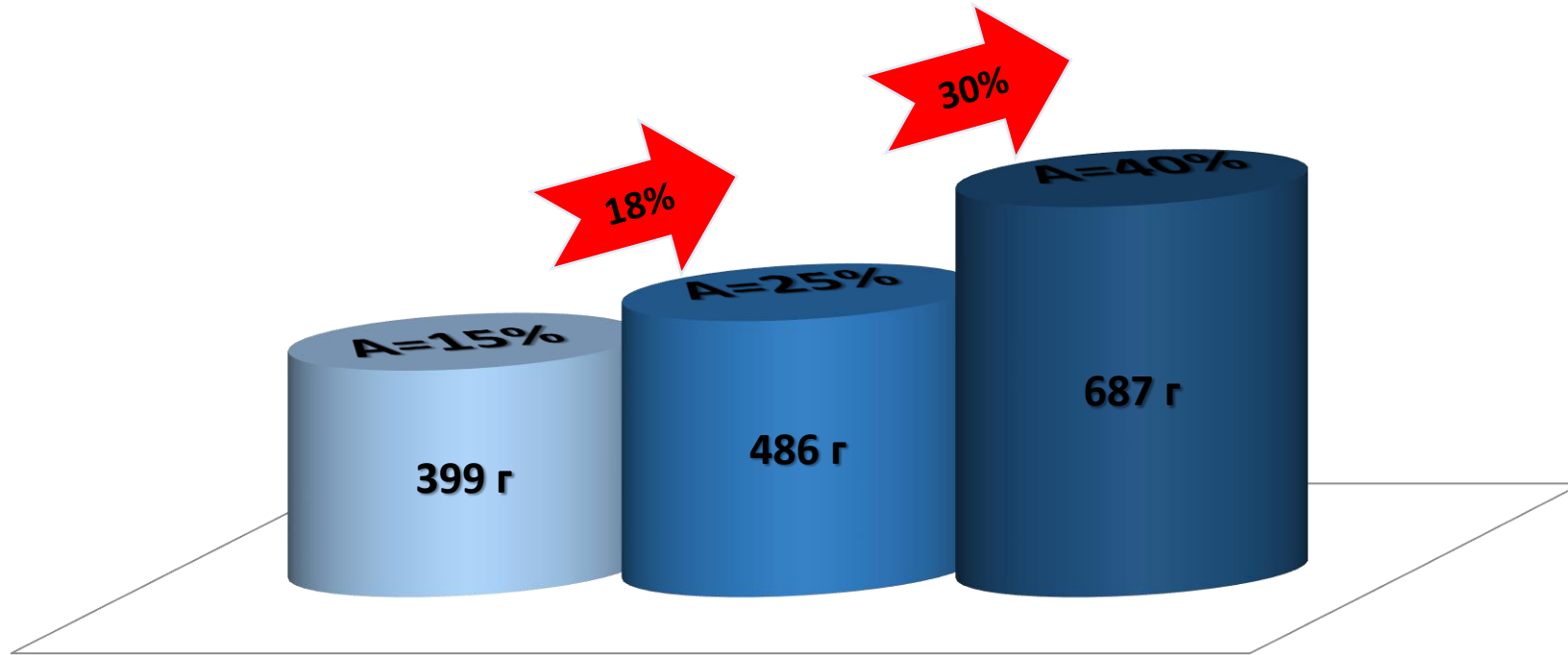
# ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ УГЛЯ ПРИ РАЗНОЙ ЕГО ЗОЛЬНОСТИ



- Селективная технология позволит добывать уголь с зольностью 15%, при этом сжигание 1 т угля позволит получить **2,5 МВт·ч** электроэнергии;
- При валовой выемке 1 т обогащённого до 25% угля позволит получить **2,06 МВт·ч** электроэнергии;
- 1 т необогащённого угля с зольностью 40% позволит получить **1,45 МВт·ч** электроэнергии.

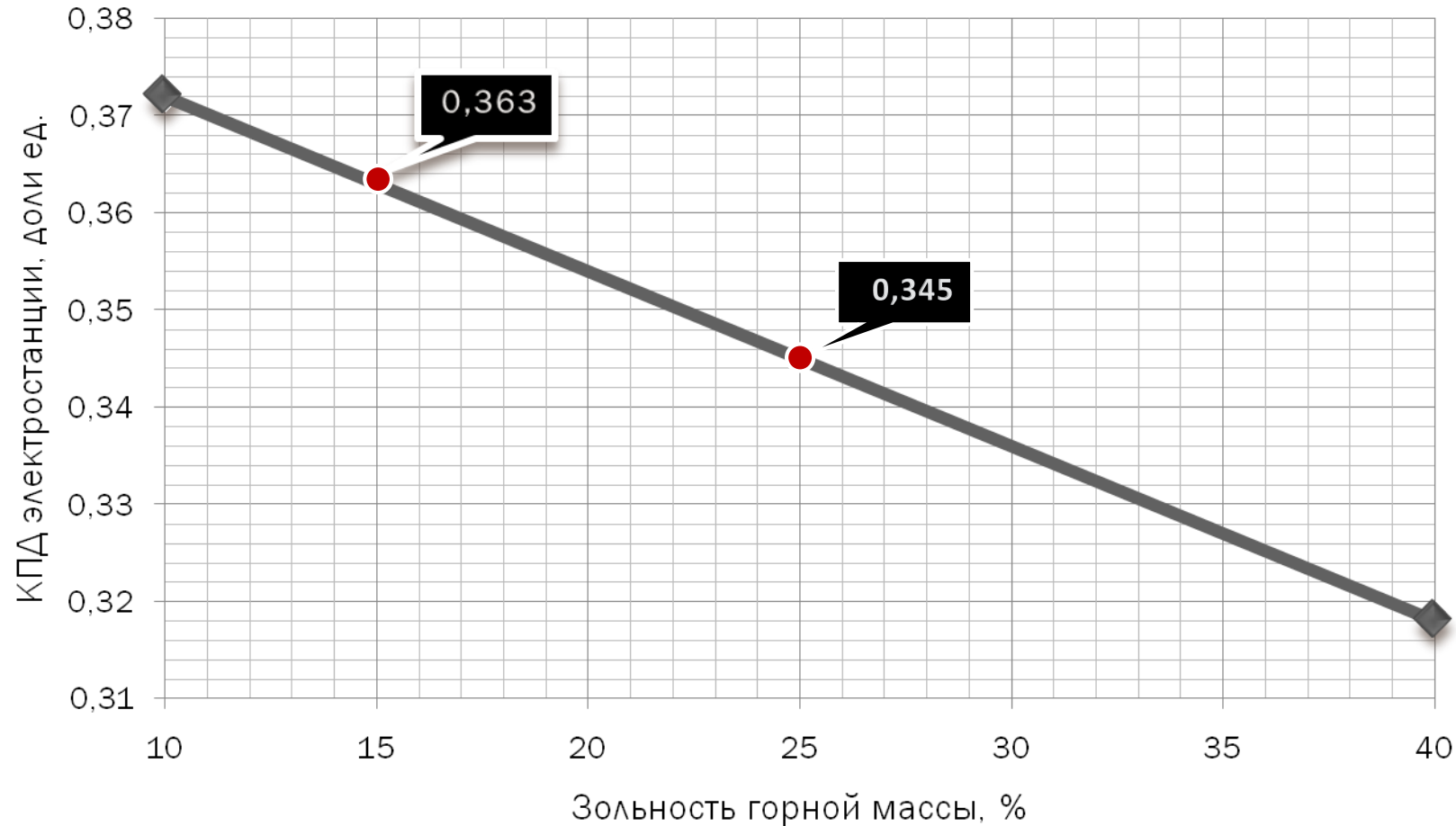


# ЗАВИСИМОСТЬ ВЫБРОСА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ КАЧЕСТВА И КОЛИЧЕСТВА СЖИГАЕМОГО УГЛЯ



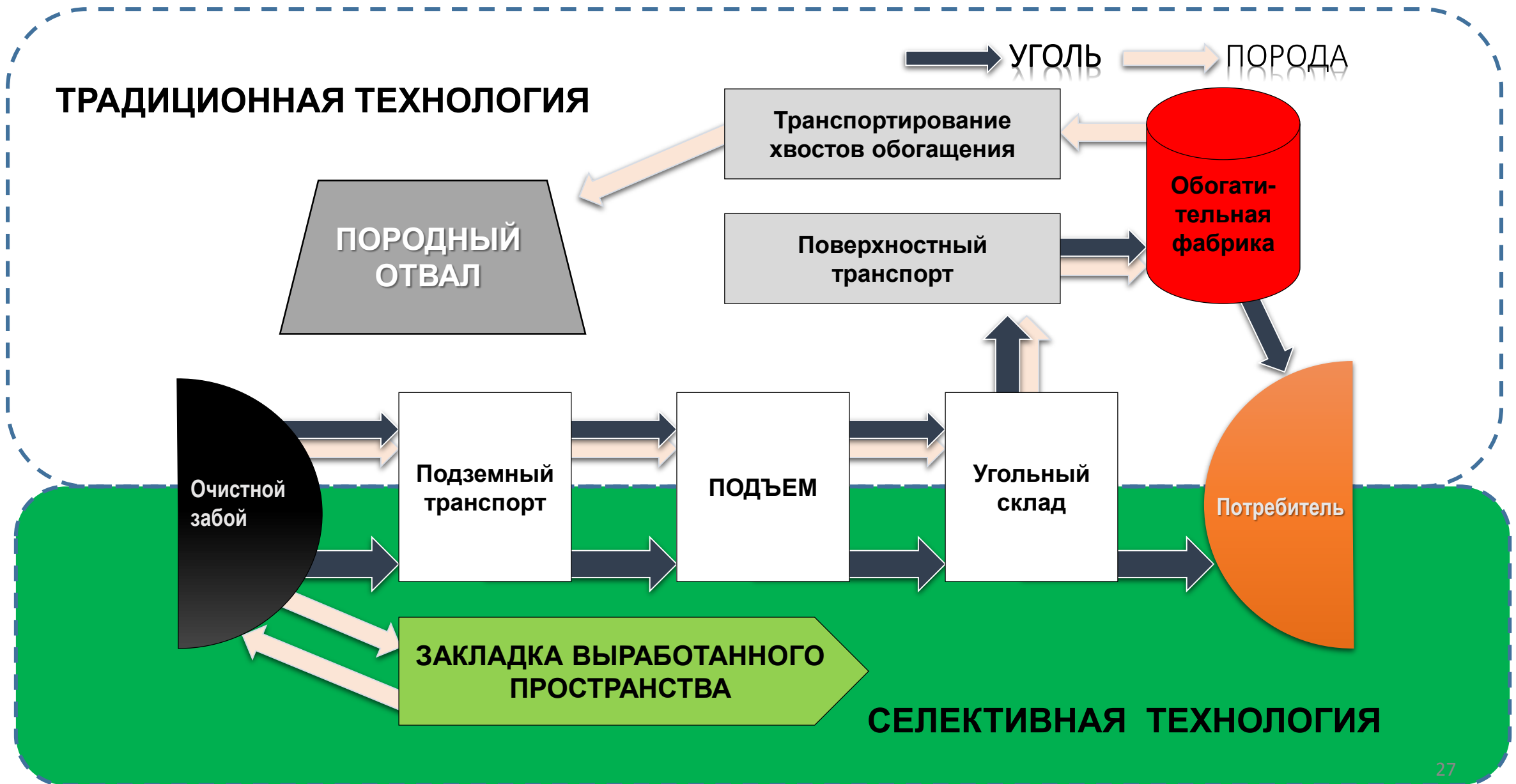
**Количество выбрасываемых в атмосферу вредных веществ возрастает пропорционально количеству сжигаемого угля.**

# ВЛИЯНИЕ ЗОЛЬНОСТИ ГОРНОЙ МАССЫ НА КПД ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ



Внедрение селективной технологии позволит повысить КПД электростанции на **1,5-2%**, что эквивалентно экономии около **21 млн грн в год**

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ СХЕМА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ УГЛЯ И ПОРОДЫ



# СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ УГЛЯ ПРИ СЕЛЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В СРАВНЕНИИ С ВАЛОВОЙ

СТОИМОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	НАПРАВЛЕНИЕ ОТГРУЗКИ	%
	Обогатительная фабрика	
ПОЛНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ ПО ШАХТЕ	351,3 грн/т	100
минус расходы:		
КОНВЕЙЕРНЫЙ ТРАНСПОРТ	—2,52 грн/т	0,7
ЛОКОМОТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ	—6,63 грн/т	1,7
ПОДЪЁМ НА ПОВЕРХНОСТЬ	—2,21 грн/т	0,6
ПОВЕРХНОСТНЫЙ ТРАНСПОРТ	—66,7 грн/т	19
ОБОГАЩЕНИЕ	—35,3 грн/т	10
ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК	—4,0 грн/т	1
<b>СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ</b>	<b>—117,3 грн/т</b>	<b>33</b>
РАСХОДЫ НА КОМПЛЕКС ЗАКЛАДОЧНЫХ РАБОТ +17%	+36,3 грн/т	17
<b>ОБЩЕЕ СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ</b>	<b>93 грн/т</b>	<b>16</b>

## Годовая добыча из лавы

**400**  
тыс. т



**20**  
%

## Зольность добываемого угля

## Операционные процессы



**1200**  
т/сут

## Нагрузка на лаву

Показатель	Млн. €
Выручка	17.01
OPEX	-5.27
EBITDA	11.73
EBIT	9.46
Чистая прибыль	7,78
CAPEX с НДС	57.48
Рабочий капитал	6.18

## СТАТУС ПРОЕКТА:

- разработана проектная документация
- подан запрос на ТУ
- технология прошла апробацию на ШУ «Терновское» ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь»

IC  
**€71,5**  
млн

NPV  
**€58,6**  
млн

PLC  
**8,4**  
лет

DPP  
**4,3**  
года\*

IRR  
**15,6**  
%

ROI  
**15** %

\* - ставка дисконтирования принята для расчета на уровне 5% годовых

# ВЫВОДЫ

## Селективная технология обеспечивает:

- эффективную отработку угольных пластов мощностью **0,55 – 0,8 м**;
- снижение зольности добываемого угля **до 19 – 21%**;
- дополнительное извлечение из недр более **500 млн т угля**;
- снижение себестоимости добычи угля на **10 – 15%**;
- оставление в шахте пустых пород **3,5 – 4 млн т / год**;
- снижение выбросов вредных веществ в атмосферу на **18%**.



# Спасибо за внимание!

**проф. д-р техн. наук Бондаренко В.И.**

НТУ «Днепровская политехника»

Тел: +38(0562) 47-14-72

E-mail: [v\\_domna@yahoo.com](mailto:v_domna@yahoo.com)

[bondarenko@nmu.org.ua](mailto:bondarenko@nmu.org.ua)