Липецкий государственный технический университет
Физико-технологический факультет
Кафедра промышленной теплоэнергетики

Доклад по проблемам энерго-и ресурсосбережения

«ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ГРАНУЛЯЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА»

Выполнил студент
группы М-ТЭ-18-1
Кирин А. Ю.

Липецк 27.09.2018 г.

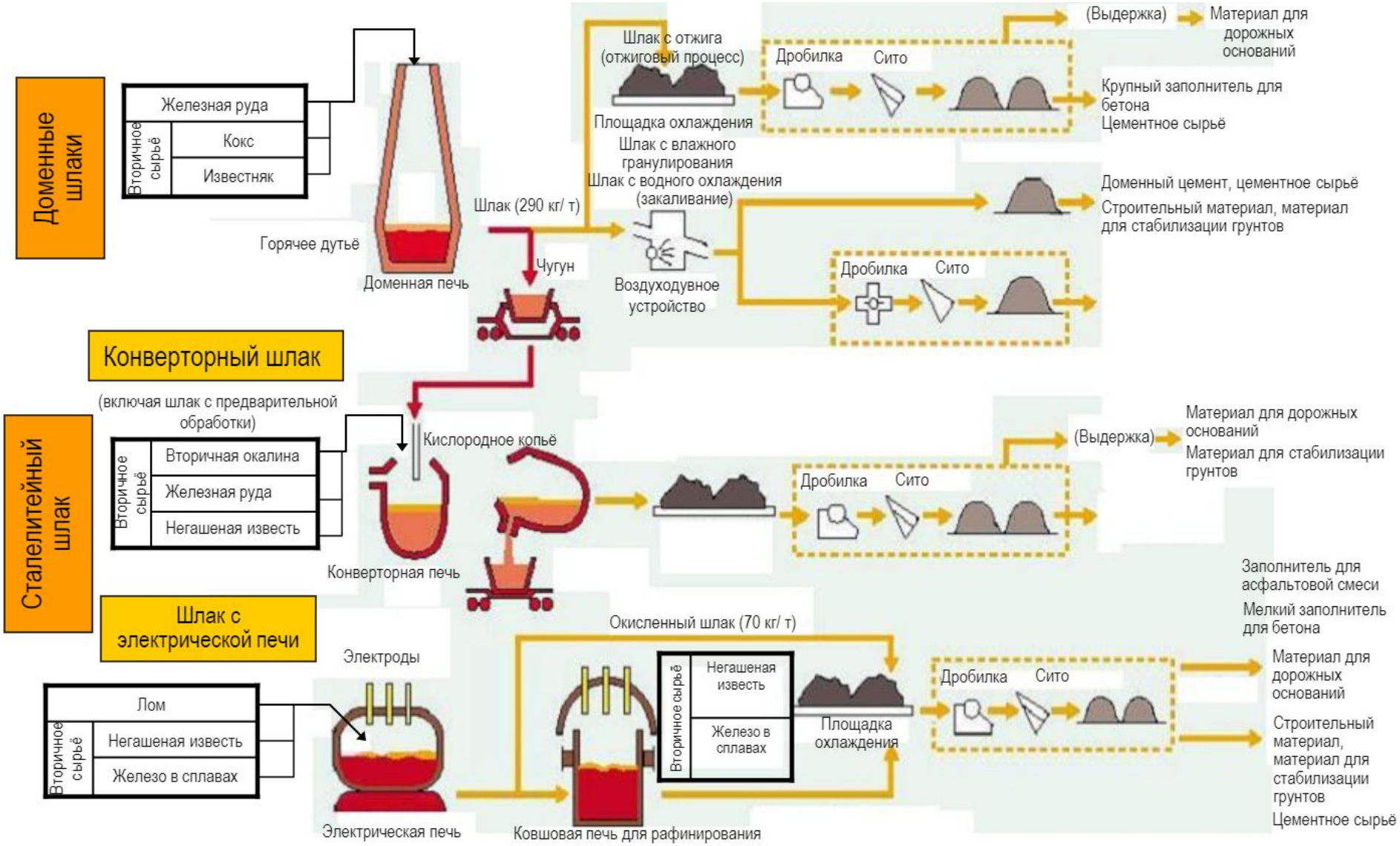
Металлургические шлаки

Компоненты шлака	Доменный шлак, масс %	Сталеплавильный шлак, масс %
SiO_2	28,4-37,6	12,9-37,6
CaO	32,7-40,3	22,7-33,8
MgO	7,0-13,2	10,7-18,6
Al_2O_3	12,8-15,6	4,1-11,0
MnO	0,47-0,61	1,5-9,0
Fe_2O_3	0,5-0,86	5,0-11,5
FeO	0,55-1,08	8,0-10,0
Fe	0,49-2,53	9,7-18,5
TiO_2	1,21-10,0	0,7-3,8

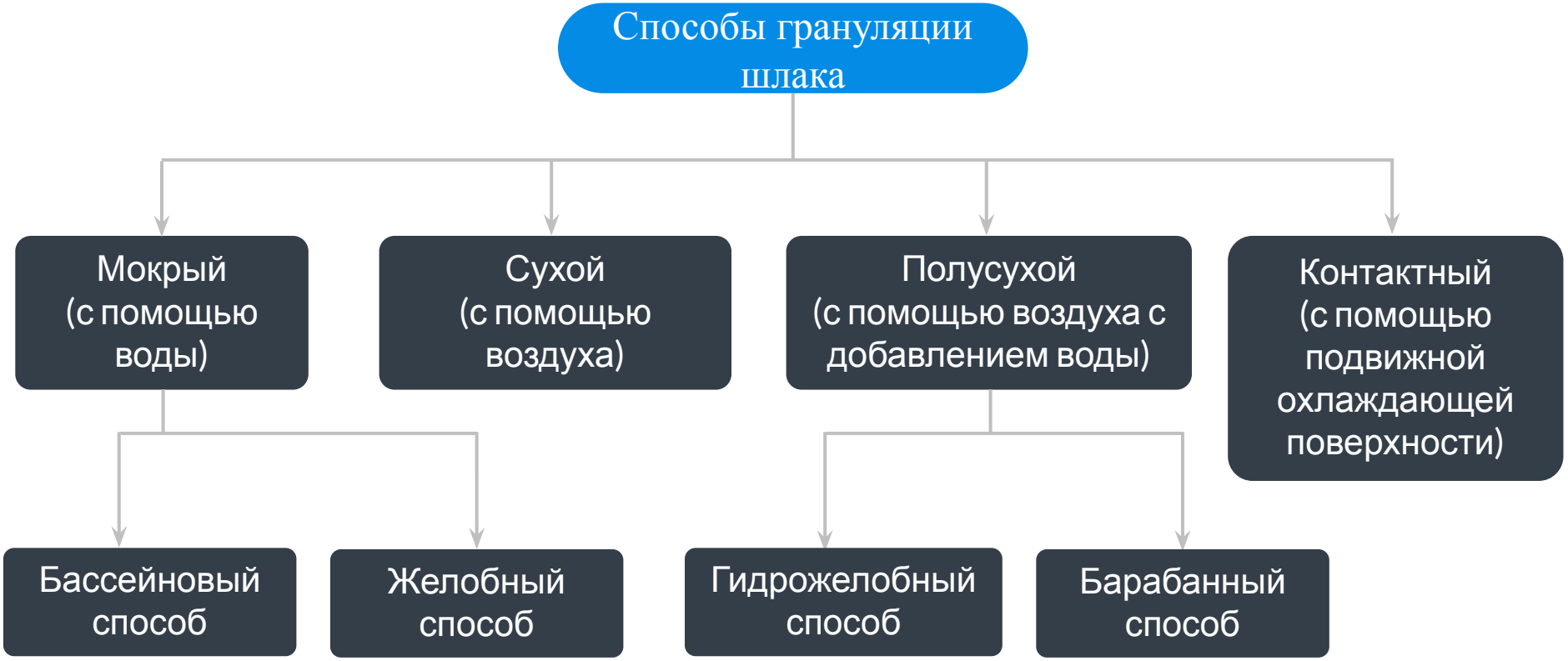
Количество теплоты со шлаком в тепловом балансе составляет от 10-25%

Температура жидких шлаков может достигать 1300-1400 °С

Существующая технология переработки шлаков



Грануляция шлака



Герметизированный закрытый сосуд (мокрая грануляция)

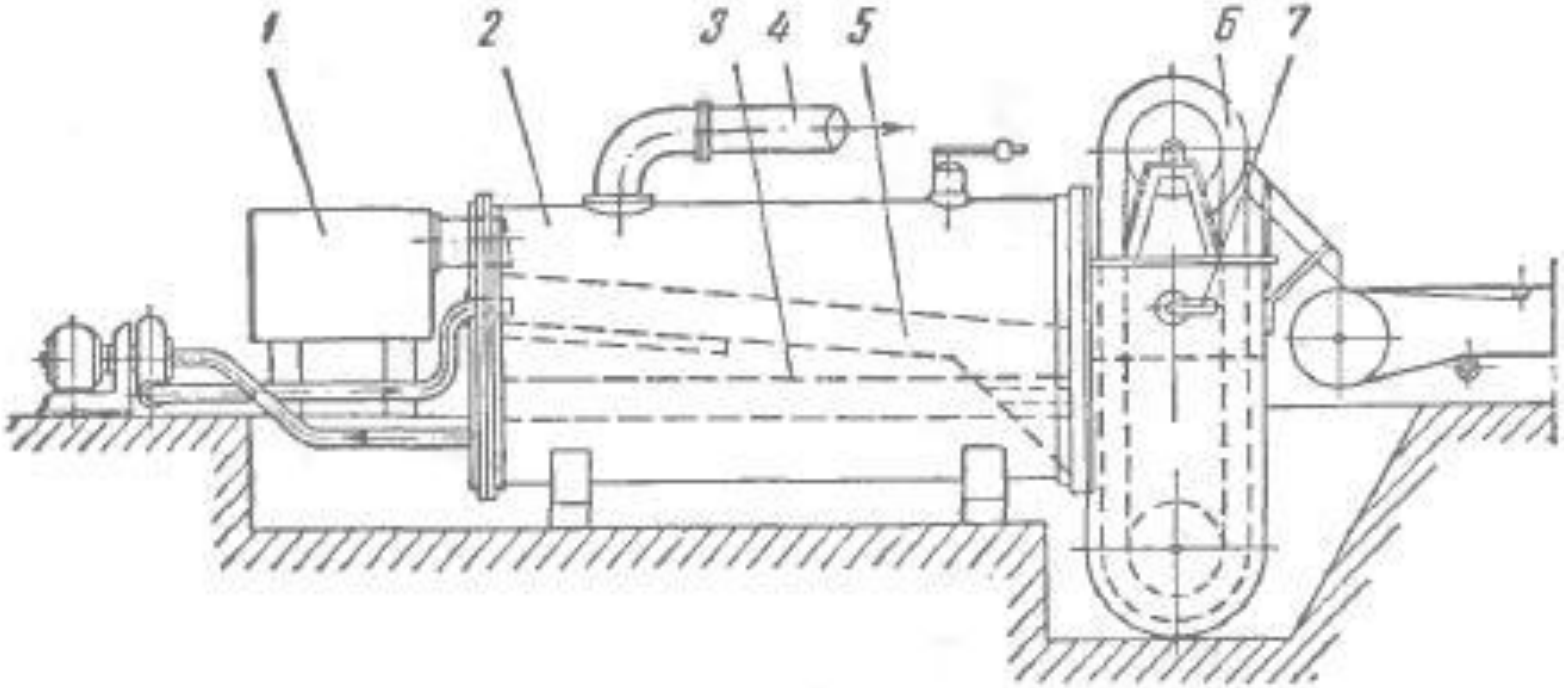


Рис. 1. Схема паровой установки для использования тепла шлаков компании «Слаг Пауэр»:

1 — приемник жидкого шлака; 2 — котел-парообразователь; 3 — уровень воды; 4 — трубопровод пара низкого давления (1,07 *ата*); 5 — грануляционный желоб; 6 — ковшовый элеватор; 7 — питание водой

Установка вырабатывает пар низкого давления

Мощность установки: 500 кВт

Удельная выработка электроэнергии: 32 кВт · ч/кг шлака

Главный недостаток: агрессивное действие сернистых соединений

Негерметизированный закрытый сосуд (мокрая грануляция)

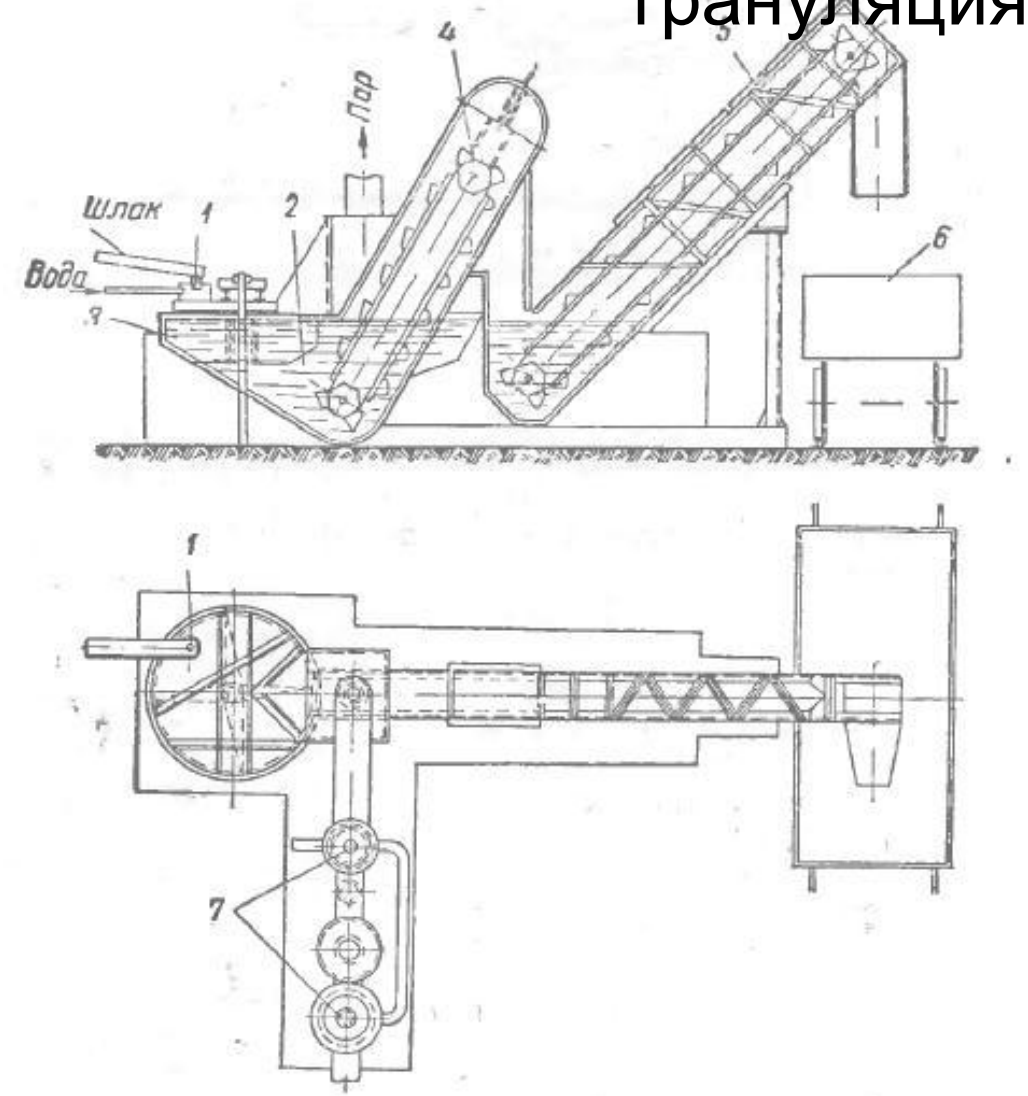


Рис. 2. Схема паровой установки для использования тепла шлаков Янсона:
1 — отверстие для ввода жидкого шлака; 2 — резервуар, наполненный водой; 3 — лопасти, перемещающие гранулированный шлак на дно резервуара; 4 и 5 — ковшовые элеваторы; 6 — железнодорожный вагон; 7 — трубчатый теплообменник для получения производственного пара

Установка вырабатывает пар низкого давления

Удельная выработка электроэнергии: 22 кВт · ч/кг шлака

Главный недостаток: агрессивное действие сернистых соединений

Контактная грануляция

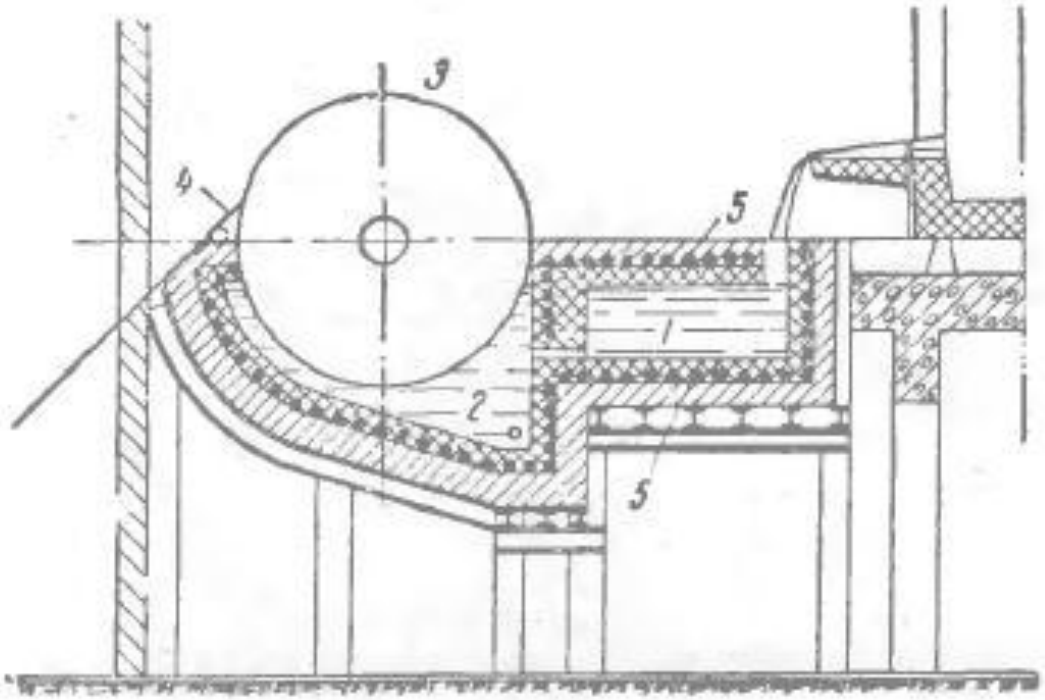


Рис. 3. Схема опытной установки для использования тепла шлаков на комбинате «Южуралникель»:

1 — приемник жидкого шлака; 2 — шлаковый резервуар; 3 — тонкостенный барабан-теплоотъемник, на который навиты змеевиковые трубки; 4 — шлакосниматель; 5 — электрообогрев приемника и резервуара

На барабане навиты змеековидные трубки, через которые пропускается вода. На выходе из змеевиков образуется пароводяная смесь, которая разделяется в барабане. Полученный пар поступает потребителю.

Главный недостаток: тяжёлые температурные условия работы барабана

Мокрая грануляция

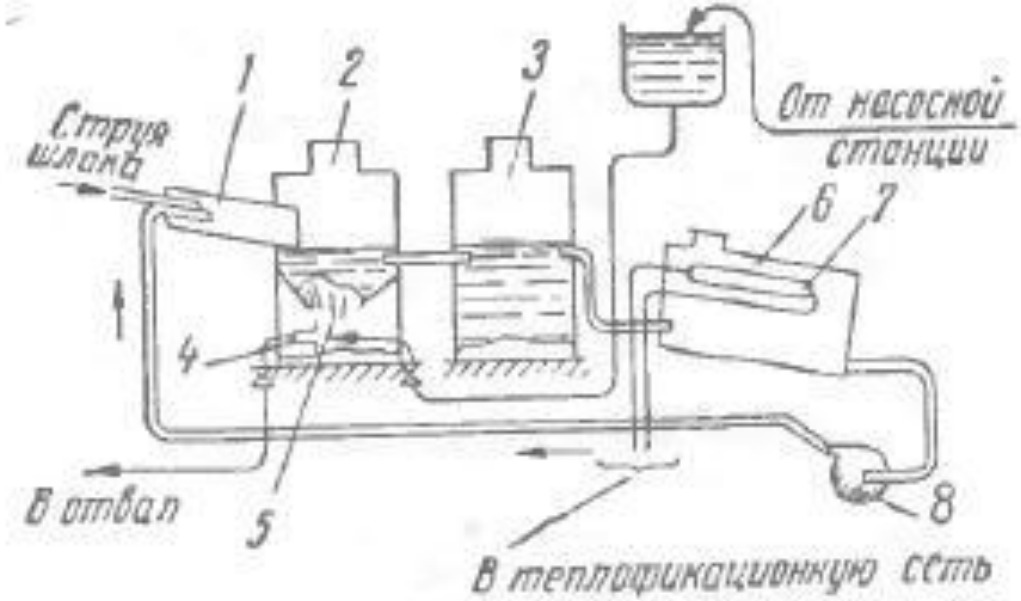


Рис. 4. Схема установки для использования тепла отвальных шлаков комбината «Печенганикель»:
1 — грануляционный желоб; 2 — приемник гранулята; 3 — отстойник мелких частиц шлака; 4 — гидроэлеватор; 5 — конус, расположенный в нижней части приемника; 6 — цистерна-аккумулятор; 7 — водоводяной поверхностный теплообменник; 8 — циркуляционные насосы, подающие воду на грануляцию шлака

Температура шлака перед смешиванием со струёй жидкости 1300 °С

Установка вырабатывает теплофикационную воду с температурой 95 °С и покрывает всю отопительную нагрузку комбината

Мощность установки: 930 кВт; КПД установки: 77 %

Утилизация шлака даёт экономию около 1 млн. руб./год

Мокрая грануляция

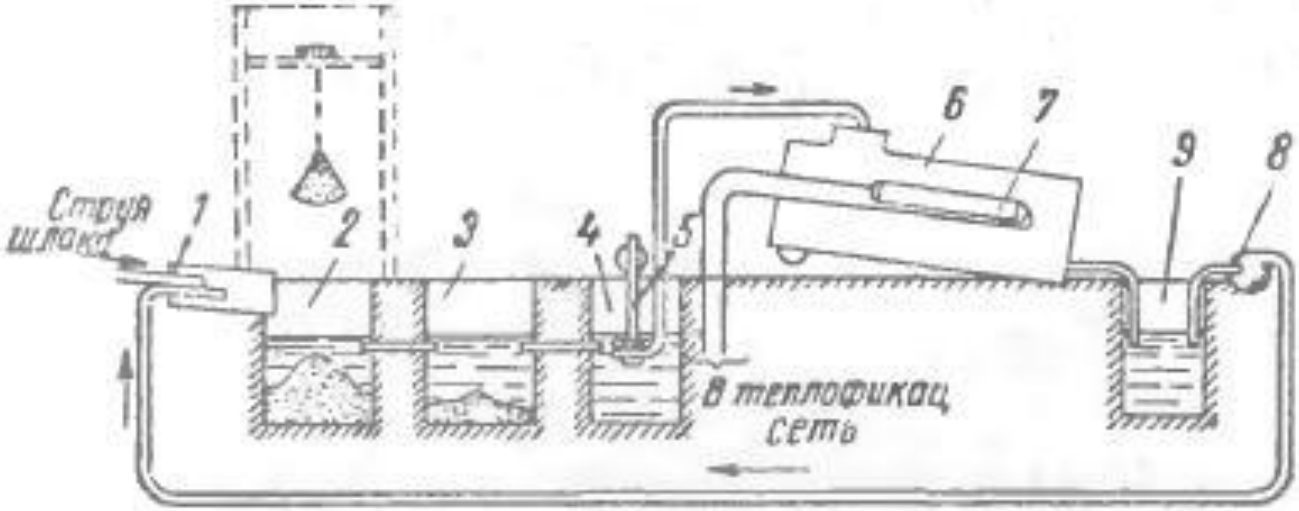


Рис. 5. Схема установки для использования тепла отвальных шлаков Красноуральского медеплавильного завода:

1 — грануляционный желоб; 2 — приемник гранулята (основной отстой); 3 — отстойник мелких частиц шлака; 4 — эумпф горячей воды; 5 — вертикальные насосы, подающие грануляционную воду в цистерну-аккумулятор; 6 — цистерна-аккумулятор; 7 — водоводяной поверхностный теплообменник; 8 — циркуляционные насосы, подающие воду на грануляцию шлака; 9 — эумпф охлажденной воды

Теплофикационная мощность установки: 13,95 МВт; КПД установки: 66 %

Установка вырабатывает теплофикационную воду с температурой 75 °С и расходом 120 м^3/ч

Полусухая грануляция шлака

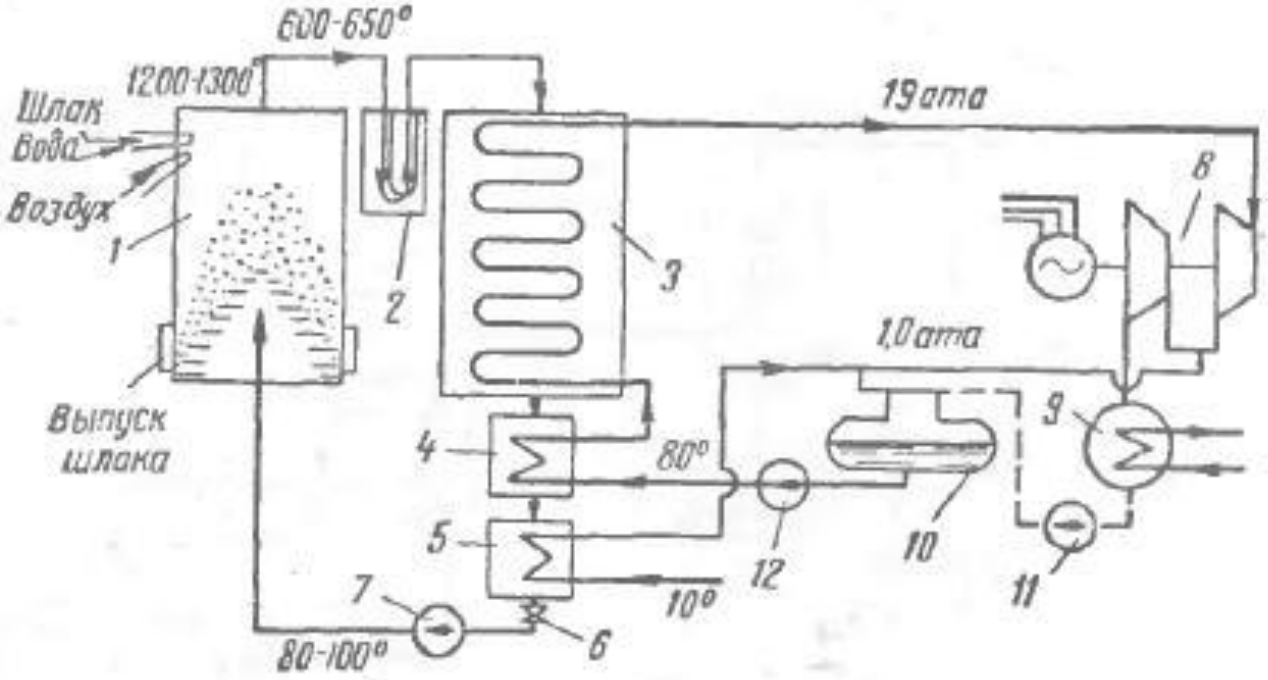


Рис. 7. Схема энергетического использования тепла шлаков В. Д. Пашкова (полусухая грануляция шлака):

1 — грануляционная башня; 2 — циклон; 3 — котел-утилизатор; 4 — экономайзер (19 *ата*); 5 — атмосферный керамический испаритель; 6 — предохранительный клапан; 7 — дымосос; 8 — турбина-микст; 9 — конденсатор; 10 — деаэратор; 11, 12 — насосы

Теплоносителем является воздух, который нагревается до 600-650 °С

Установка вырабатывает 240 кг пара/т шлака под давлением 19 атм и 360 °С и дополнительно 124 кг пара/т шлака под давлением 1 атм

Установка вырабатывает 53,8 кВт · ч электроэнергии/т шлака

Сухая грануляция шлака

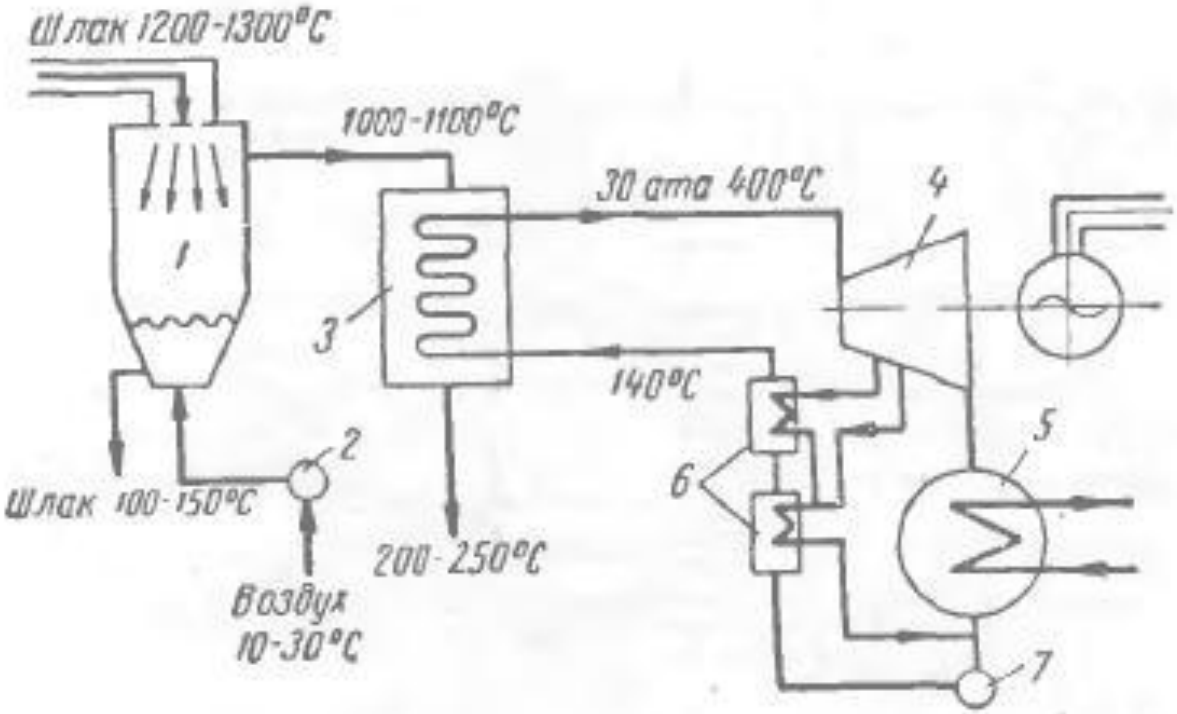


Рис. 8. Схема энергетического использования тепла шлаков Н. А. Семененко (сухая грануляция шлака):

1 — воздушный гранулятор; 2 — вентилятор; 3 — котел-утилизатор; 4 — турбогенератор; 5 — конденсатор; 6 — регенеративные подогреватели воды; 7 — насос

Теплоносителем является воздух, который нагревается до 1000-1100 °С

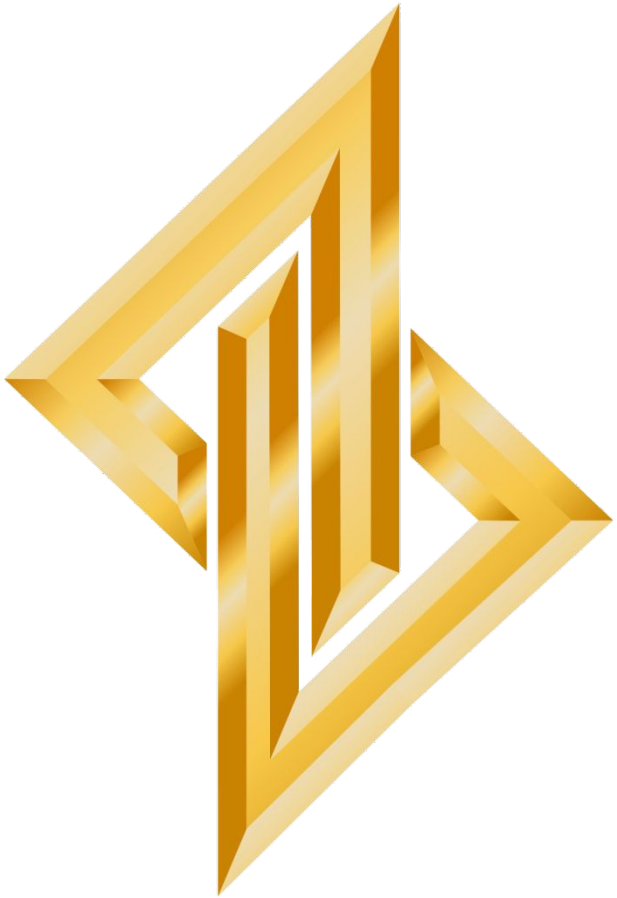
Установка вырабатывает до 500 кг пара/час или 100 кВт · ч электроэнергии/тонну шлака

Трудность внедрения крайних двух схем: конструктивное разрешение узла грануляции шлака

Основные выводы

1. Самым энергоэффективным способом грануляции шлака является сухой. Он позволяет вырабатывать до 100 кВт · ч электроэнергии/тонну шлака;

2. Утилизация шлака на нужды теплофикации является самым популярным направлением;

3. Установка грануляции шлака сухим способом с расходом шлака 50 т/ч может давать экономию около 130 млн. руб/год.

Спасибо за внимание!