Липецкий государственный технический университет
Физико-технологический факультет
Кафедра промышленной теплоэнергетики

Доклад по проблемам энерго-и ресурсосбережения

«ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ГРАНУЛЯЦИИ ШЛАКОВ»

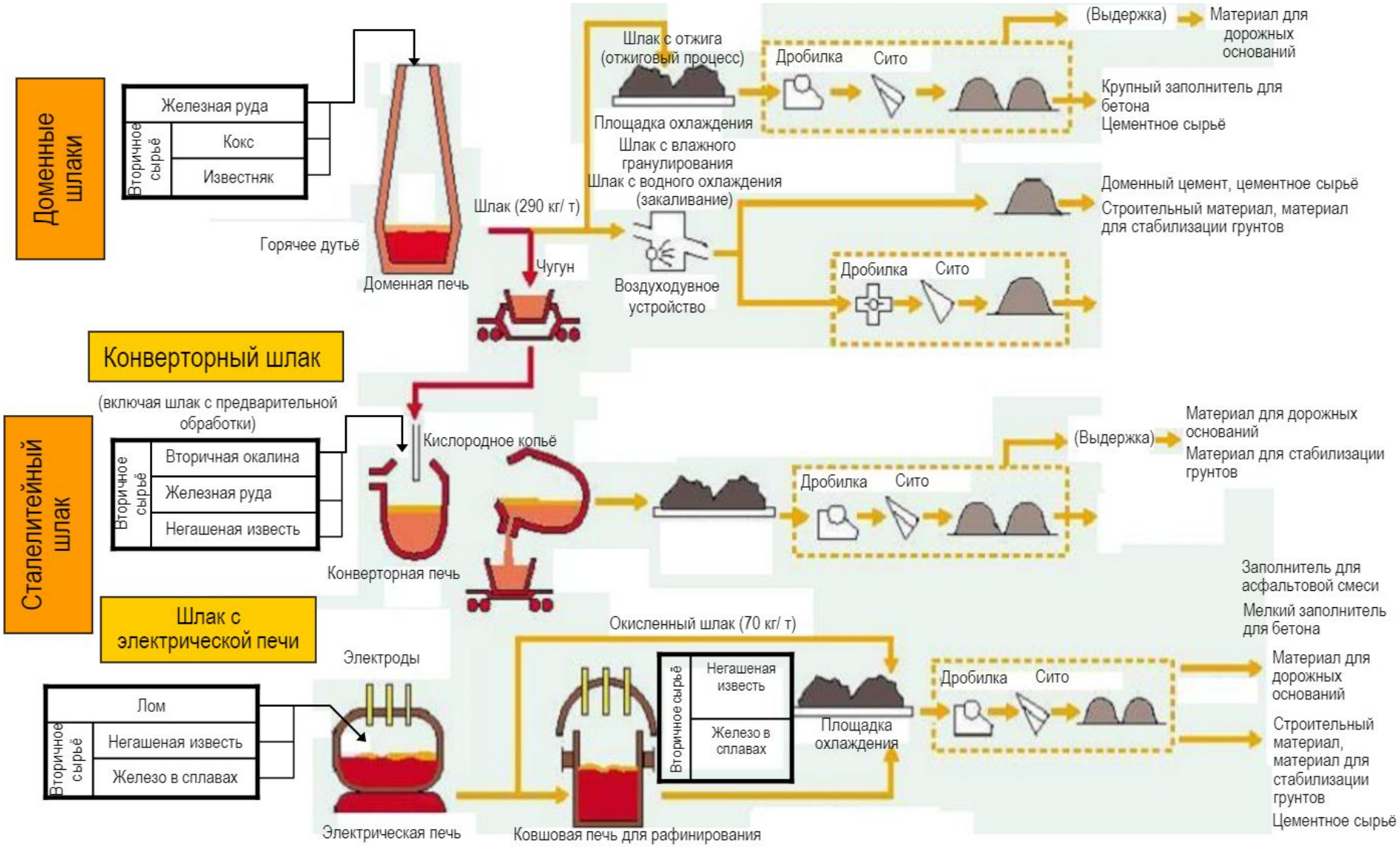
Выполнил студент
группы М-ТЭ-18-1
Кирин А. Ю.

Липецк 26.09.2018 г.

Химический состав шлаков

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

Существующая технология переработки шлаков



Грануляция шлака

Герметизированный закрытый сосуд (мокрая грануляция)

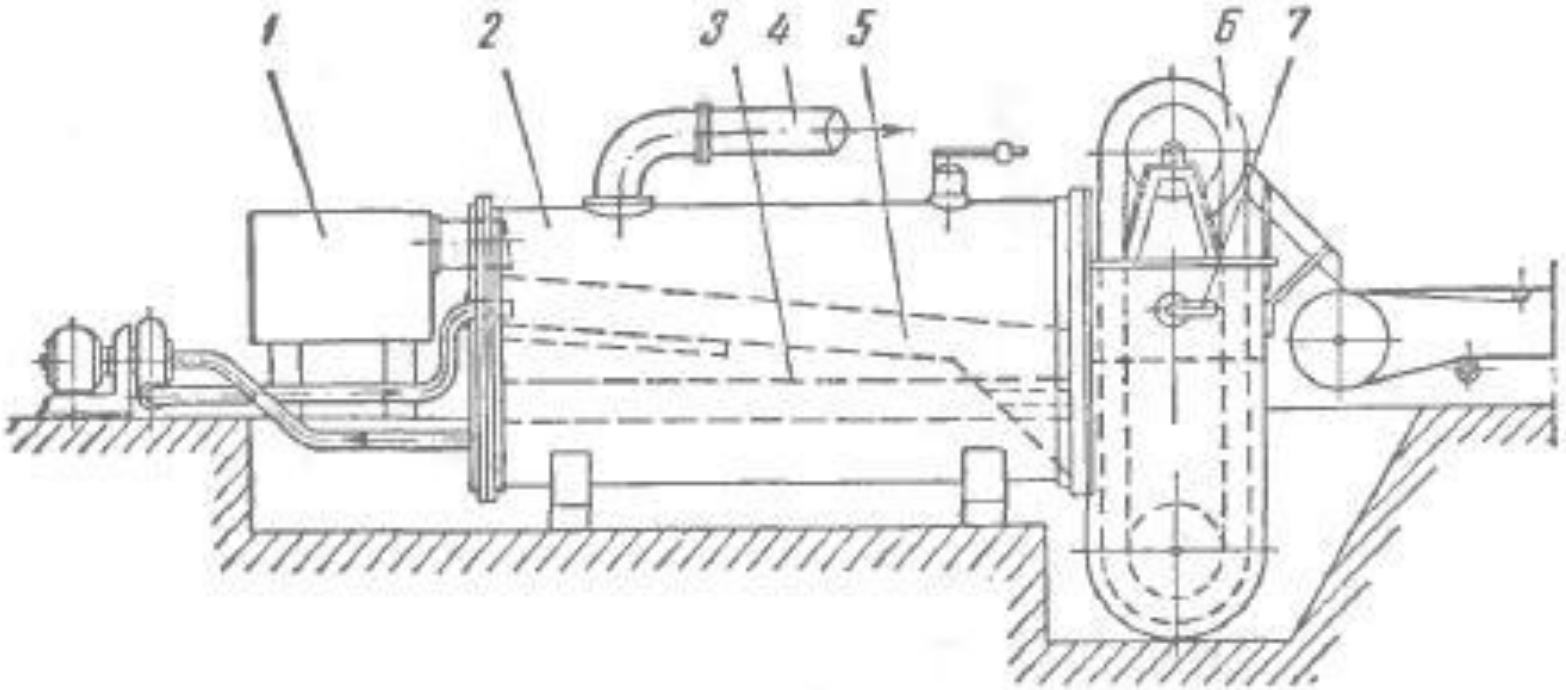


Рис. 1. Схема паровой установки для использования тепла шлаков компании «Слаг Пауэр»:

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

Мощность: 500 кВт

Расход шлака на выработку электроэнергии: 32 кг/кВт*ч

Главный недостаток: агрессивное действие сернистых соединений

Негерметизированный закрытый сосуд (мокрая грануляция)

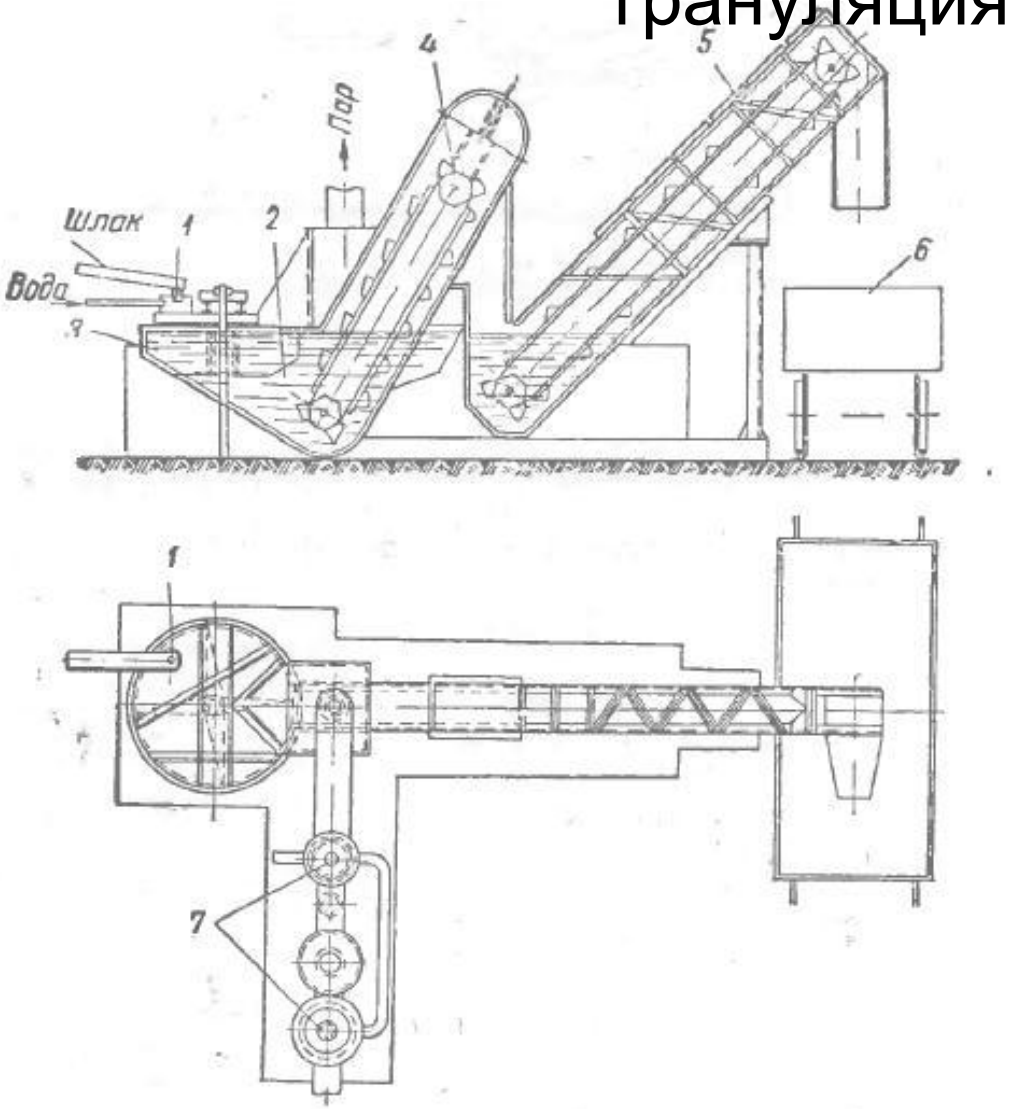


Рис. 2. Схема паровой установки для использования тепла шлаков Янсона:
1 — отверстие для ввода жидкого шлака; 2 — резервуар, наполненный водой; 3 — лопасти, перемещающие гранулированный шлак на дно резервуара; 4 и 5 — ковшовые элеваторы; 6 — железнодорожный вагон; 7 — трубчатый теплообменник для получения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

Расход шлака на выработку электроэнергии: 22 кг/кВт*ч

Главный недостаток: агрессивное действие сернистых соединений

Контактная грануляция

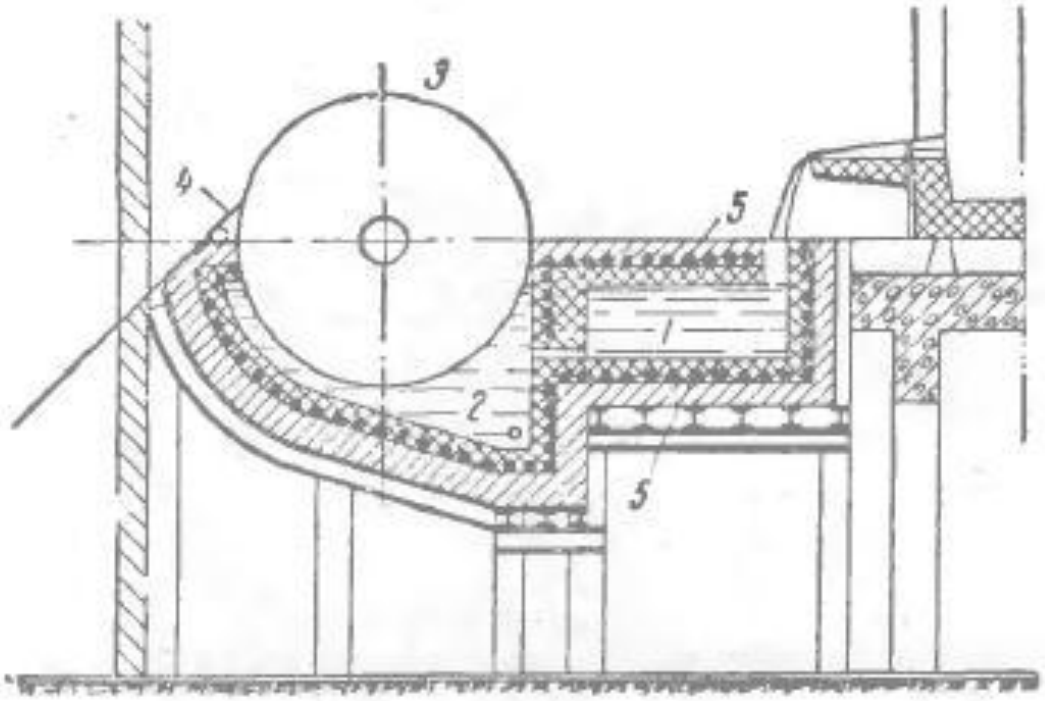


Рис. 3. Схема опытной установки для использования тепла шлаков на комбинате «Южуралникель»:

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

Главный недостаток: тяжёлые температурные условия работы барабана

Мокрая грануляция

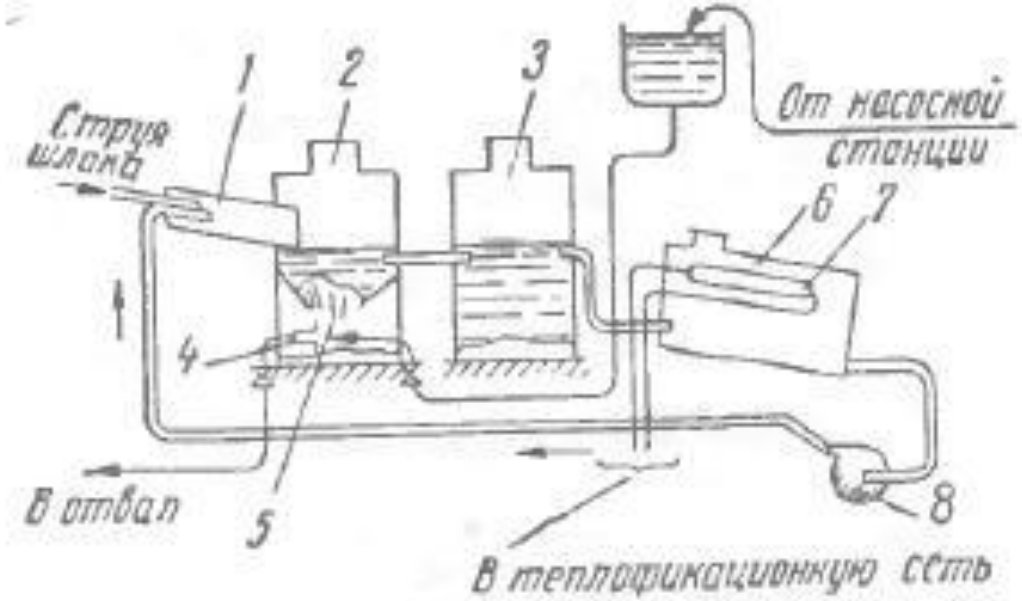


Рис. 4. Схема установка для использования тепла отвальных шлаков комбината «Печенганикель»:

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

Мощность: 930 кВт; КПД: 77 %

Теплофикационная вода нагревается в теплообменнике до 95 °С

Установка покрывает всю отопительную нагрузку комбината и даёт экономию около 1 млн. руб./год

Мокрая грануляция

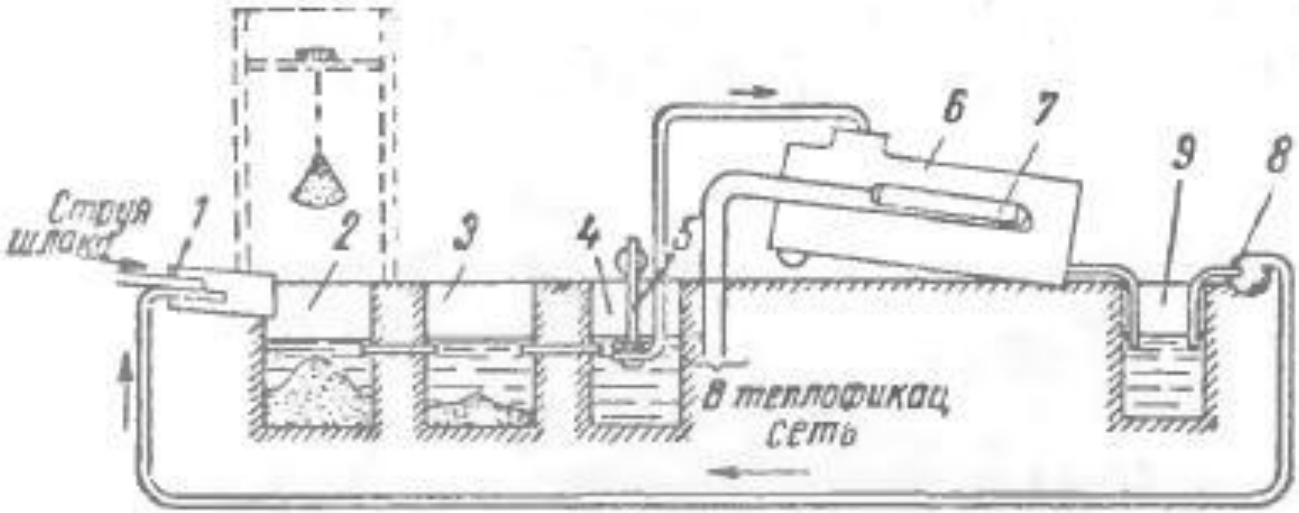


Рис. 5. Схема установки для использования тепла отвальных шлаков Красноуральского медеплавильного завода:

1 — грануляционный желоб; 2 — приемник гранулята (основной отстой); 3 — отстойник мелких частиц шлака; 4 — зумпф 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 — зумпф охлажденной воды

Мощность: 13,95 МВт; КПД: 66 %

Теплофикационная вода нагревается в теплообменнике до 75 °С

Количество теплофикационной воды для одного теплообменника составляет 120 м^3/ч

Использование тепла топок с жидким шлакоудалением

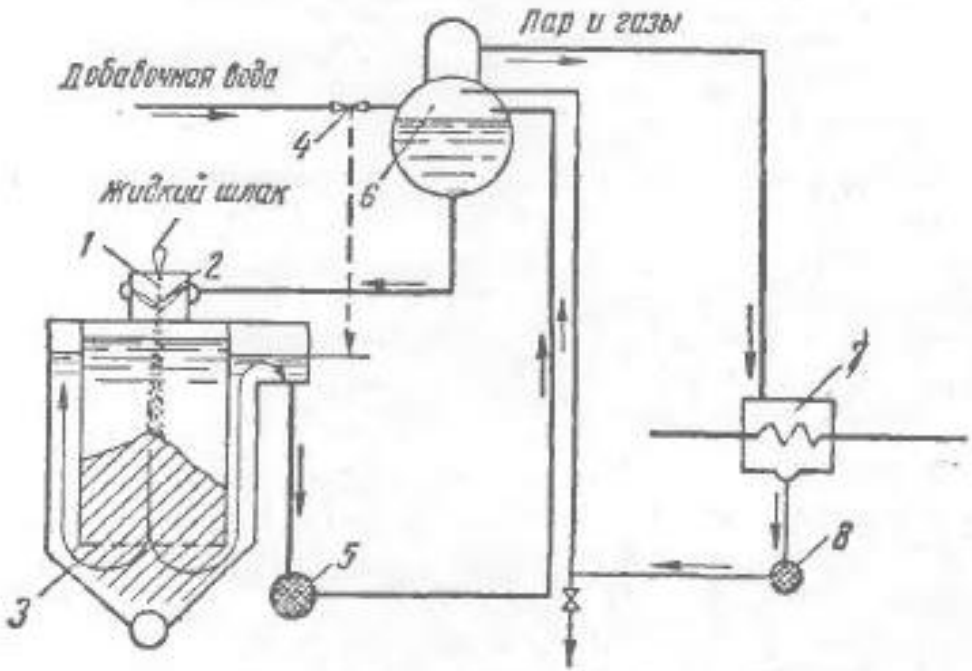


Рис. 6. Схема использования отбросного тепла топок с жидким шлакоудалением Р. Долежаля (Чехословакия):

1 — поток расплавленного шлака, содержащий 1 . 10⁶ *ккал/час*; 2 — струи воды, охлаждающие шлак; 3 — шлаковая емкость; 4 — регулирующий клапан; 5 — циркуляционный насос; 6 — испаритель низкого давления; 7 — теплообменник — подогреватель воды для котлов; 8 — насос возвратного конденсата

В испарителе поддерживается пониженное давление, обусловленное кипением воды при температуре 88 °С

Установка становится экономичной в том случае, если потеря тепла со шлаком превышает в тепловом балансе 0,5% от низшей калорийности топлива.

Полусухая грануляция шлака

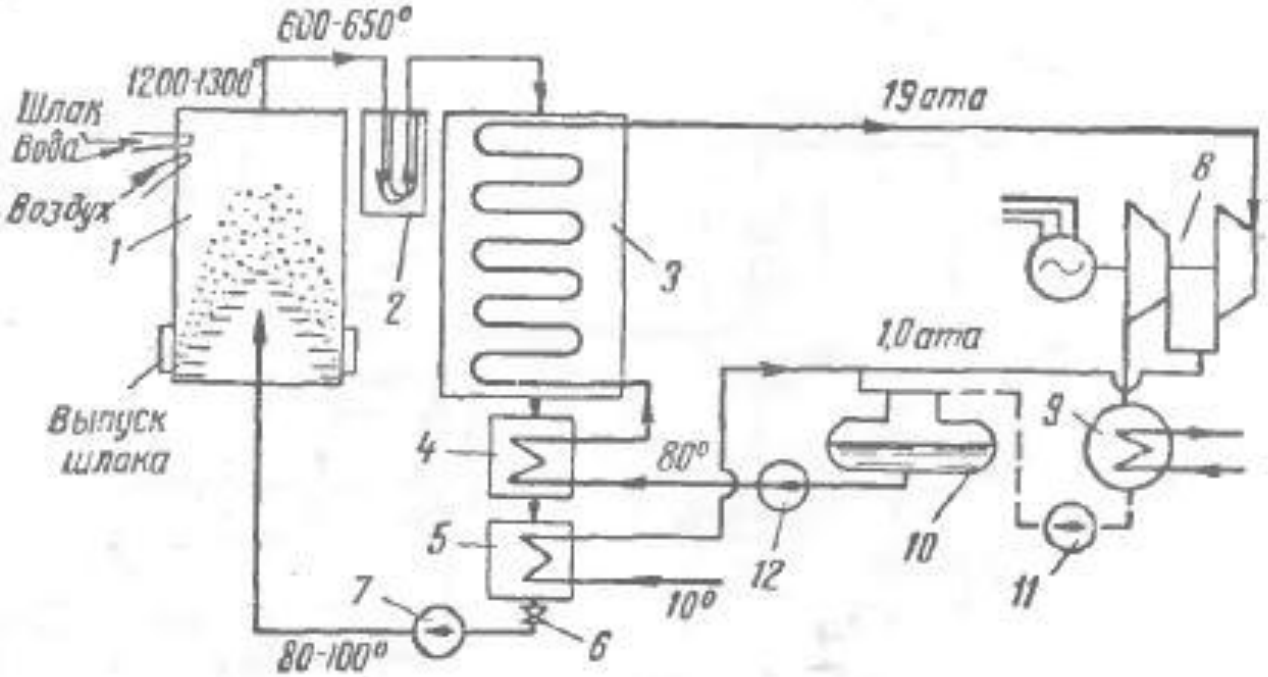


Рис. 7. Схема энергетического использования тепла шлаков В. Д. Пашкова (полусухая грануляция шлака):

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

Получаем пар давлением 19 ата и 360 °С 240 кг/т шлака и дополнительно 124 кг/т шлака давлением 1 ата

Имеем 42,7 кВт*ч/т шлака от пара высокого давления и 11,1 кВт*ч/т от пара низкого давления

Сухая грануляция шлака

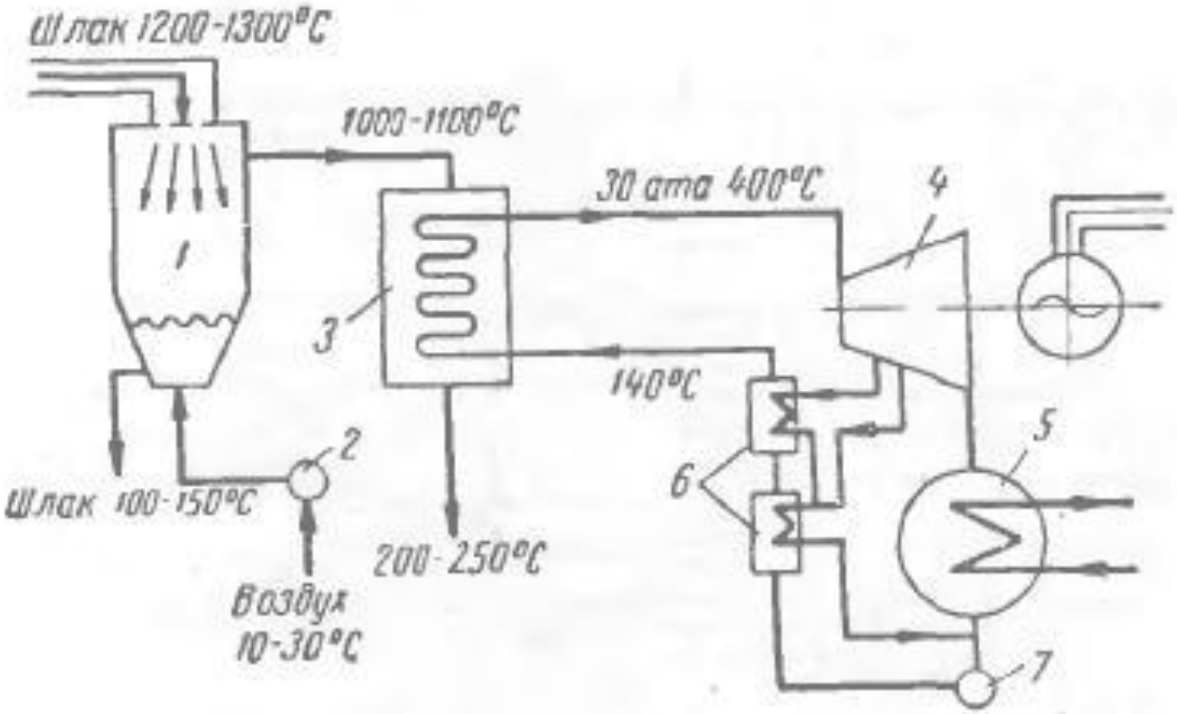


Рис. 8. Схема энергетического использования тепла шлаков Н. А. Семененко (сухая грануляция шлака):

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

Получаем до 500 кг пара в час или 100 кВт*ч ЭЭ на 1 тонну шлака

Трудность внедрения крайних двух схем: конструктивное разрешение узла грануляции шлака

Сухая грануляция шлака

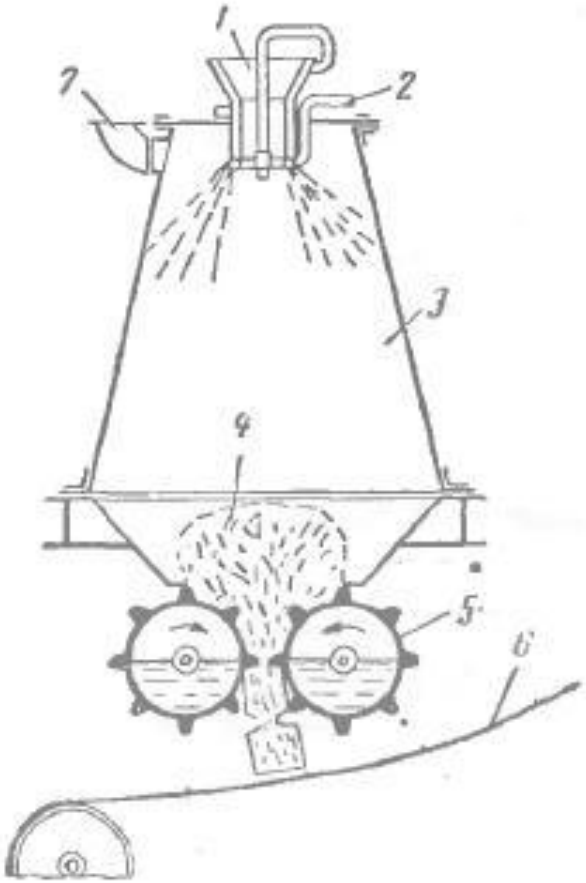


Рис. 9. Машина для получения пенистого шлака:

1 — кольцевое сопло; 2 — подача воды; 3 — камера вспенивания; 4 — вспененный шлак; 5 — валики, охлаждаемые водой; 6 — пластинчатый транспортер для удаления шлака; 7 — труба для удаления пара

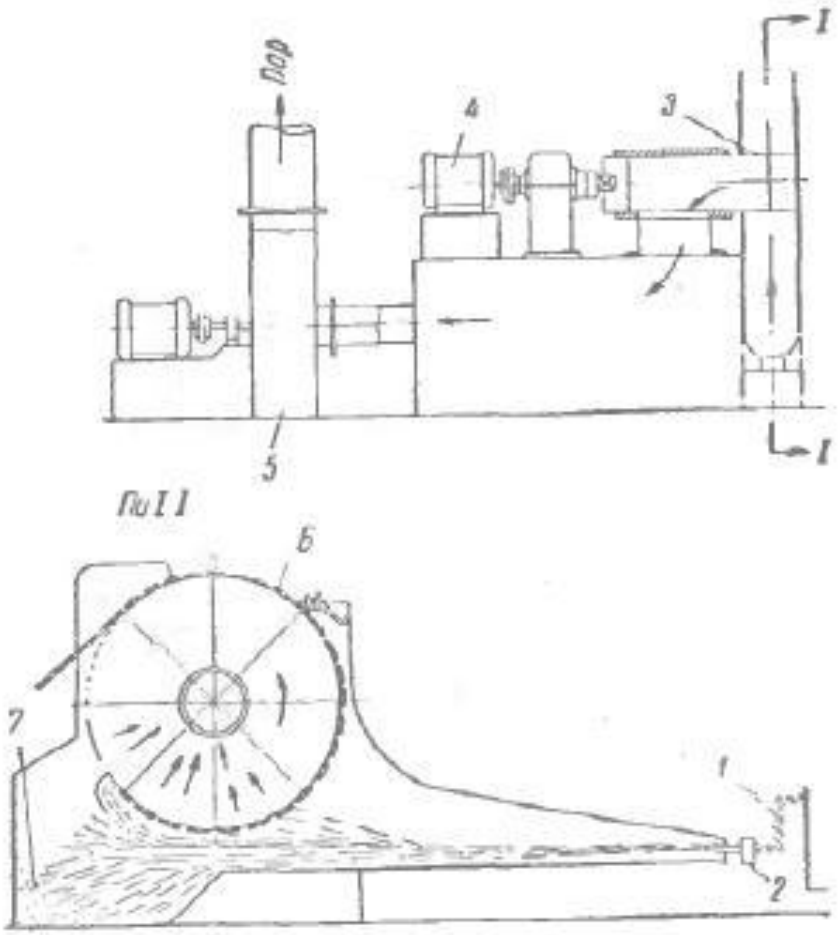
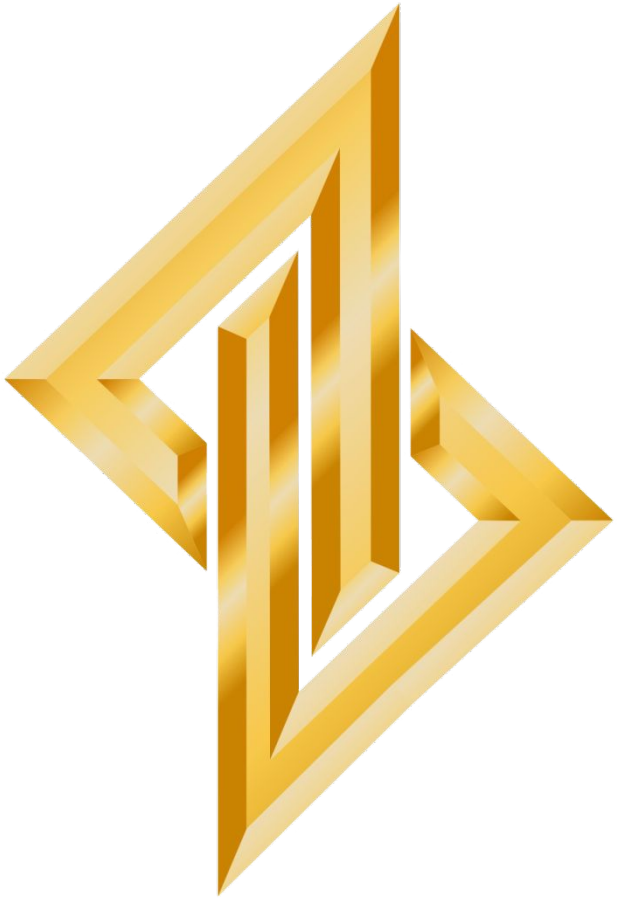


Рис. 10. Установка для получения шлаковой ваты:

1 — поступление шлака; 2 — сопло для подачи паровоздушной смеси; 3 — барабан; 4 — электродвигатель для вращения барабана; 5 — вентилятор для удаления газов в атмосферу; 6 — слой шлаковаты на барабане; 7 — гранулы шлака, выпавшие из струи

Спасибо за внимание!