

Липецкий государственный технический университет
Физико-технологический факультет
Кафедра промышленной теплоэнергетики

«Тепломассообмен в агломерационном производстве»

Выполнил студент
группы МТЭ-18
Сысоев А.В.

Липецк 2018 г.

Этапы производства агломерата

Этап	Задача
Выгрузка и складирование шихтовых материалов	Усреднение больших объемов материалов
Подготовка шихтовых материалов (флюсы и топливо)	Измельчение флюсов и топлива до требуемых размеров
Дозирование шихтовых материалов	Обеспечение получения агломерата заданного состава
Смешивание шихтовых материалов	Получение однородной смеси шихтовых материалов
Окомкование шихты	Получение шихты обладающей повышенной газопроницаемостью
Загрузка шихты на агломерационную машину	Обеспечение равномерной укладки шихты по ширине агломашины
Спекание шихты	Получение агломерата
Обработка спёка	Получение агломерата с требуемыми характеристиками (гранулометрический состав, температура)



Металлосодержащее сырьё:

Руда железная Стойл. ГОКа
Концентрат железорудный, агломерат Стойл. ГОКа
Отсев окатышей
Шлам шламонакопителей (карта)
Шлам шламонакопителей (карта)
Шлам прудов шламонак. (КОШ)
Шлам текущий ДП-6
Шлам пруда №4
Пыль колошниковая
Пыль аспирационная
Шлам доменный ДЦ
Окалина железная (ПГП)
Окалина УНРС КЦ-1,2 (кр. фр)
Оксид железа ПХПП, ПДС
Окалина ЦПМШ
Окалина известкованная замасленная
Отсев агломерата
Возврат агломерата

Флюсы:

Щебень фракционный
Камень известняковый технол.
Отсев известняка
Доломит сырой
Отсев извести КЦ-2
Известь
Известковая пыль
Пыль известковая уловленная реал.

Топливо:

Отсев кокса ДЦ
Коксовая мелочь КХП
Мелочь коксовая менее 10 мм
(фракция 0-10)

Энергетические затраты:

Вода
Пар
Природный газ
Доменный газ
Сжатый воздух
Электроэнергия

Шихтоподготовка

Гаражи размораживания	Вагоноопрокидыватели	Склады шихтовых материалов	Шихтовые бункера
-----------------------	----------------------	----------------------------	------------------

Агломерационные машины

Дробление

Грохочение

Дробилка

Горячее грохочение

Холодное грохочение

Агломерат в ДЦ

Агломерационные газы

Возврат в производство

АГП

Шлам

АГП

Возврат агломерата

--- Расход основных ресурсов и материалов (вход)

→ Движение агломерата

--- Движение отходов (выход)

Котел Геберлейна-Хантингтона (1887г)
Agglomeration - Завельсберг (1905г)

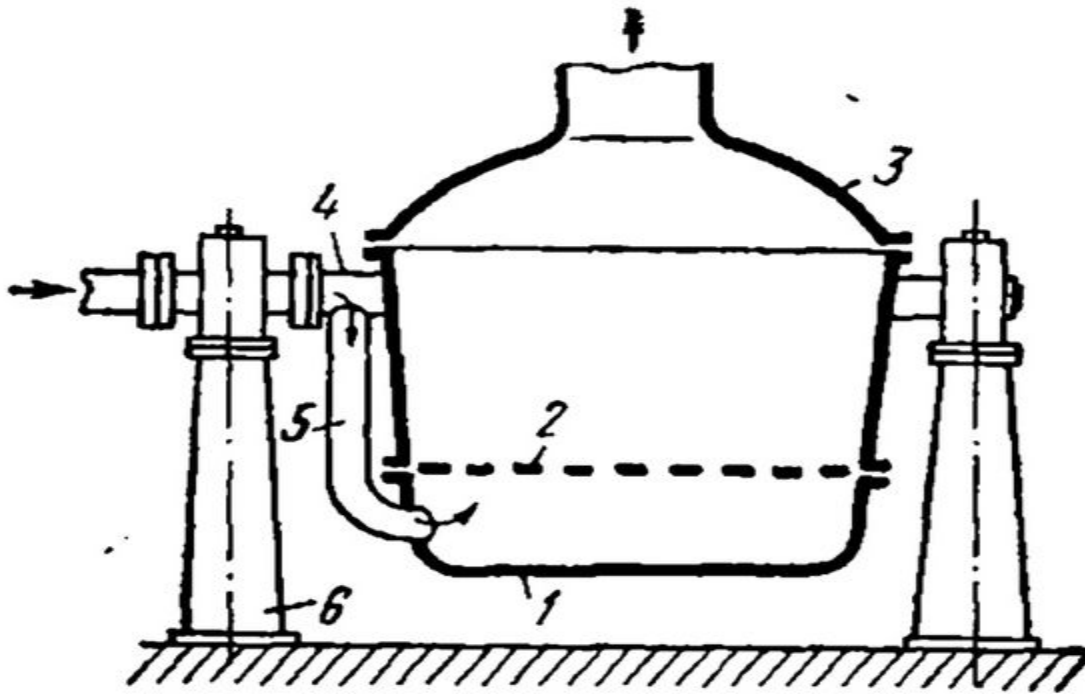
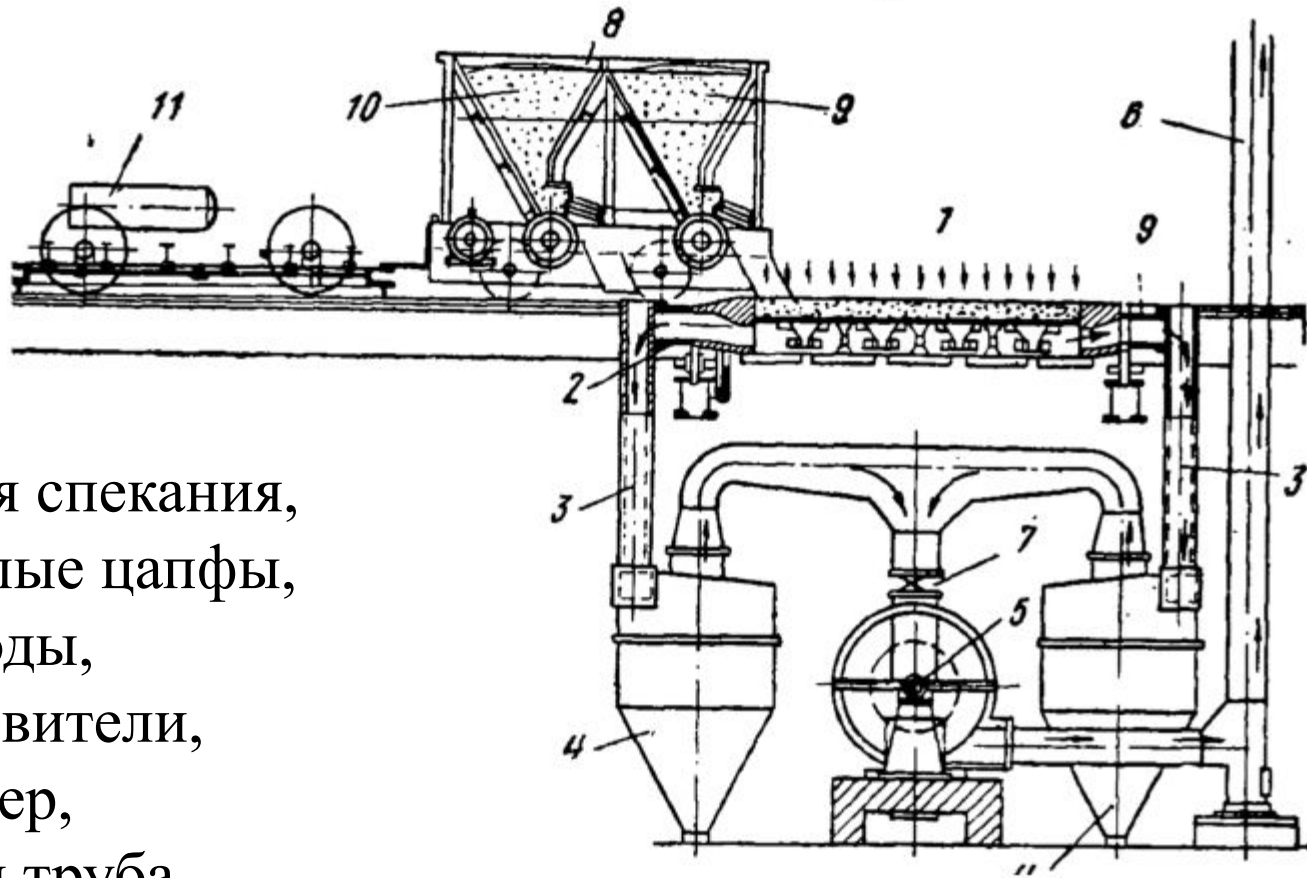


Рис. 1. Котел Геберлейна — Хантингтона:

1 — корпус котла; 2 — колосниковая решетка; 3 — вытяжной колпак; 4 — пустотелая цапфа; 5 — трубопровод сжатого воздуха; 6 — опорные стойки

Чашевая агломерационная установка

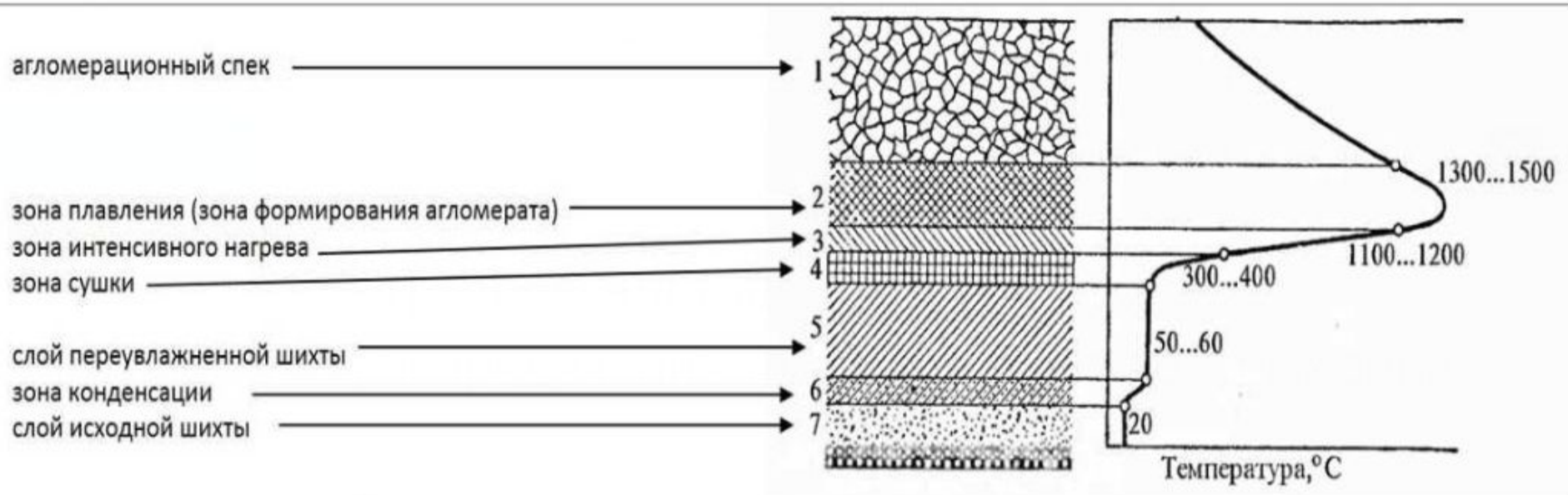
Гашевский



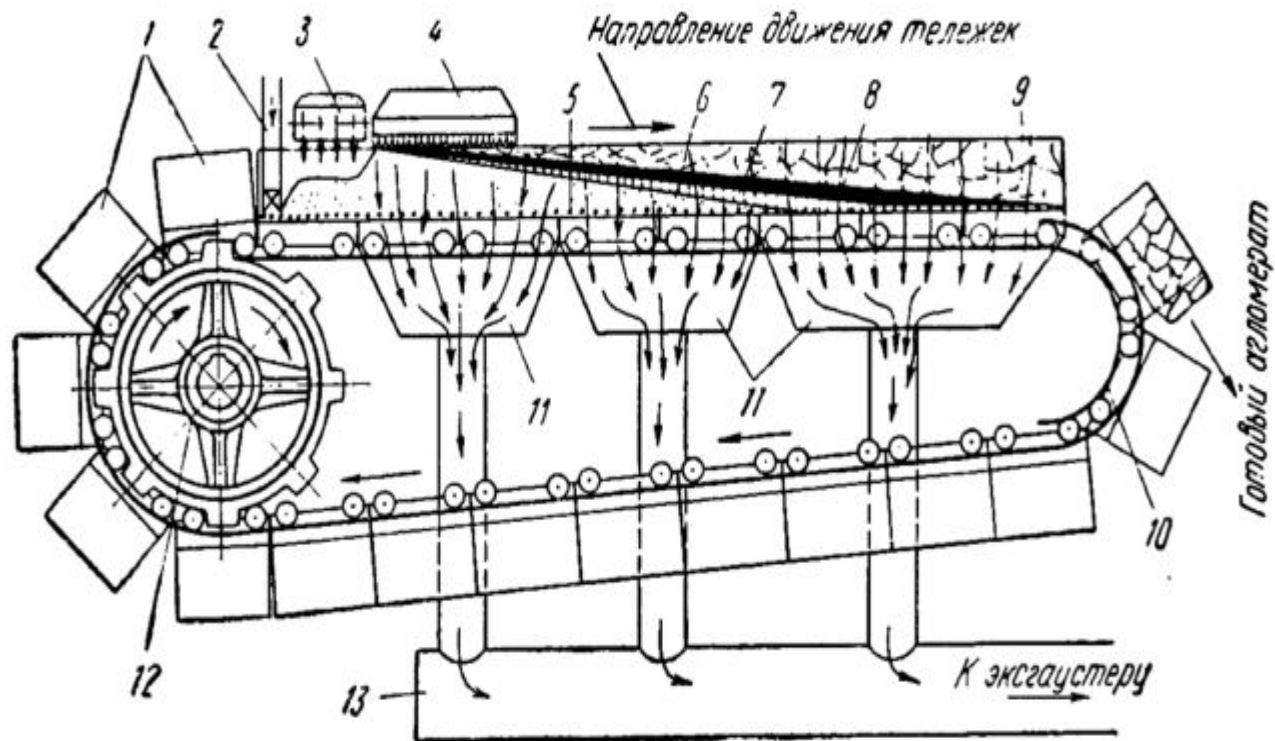
- 1 – чаша для спекания,
- 2 – пустотелые цапфы,
- 3 – газоотводы,
- 4 – пылеуловители,
- 5 – эксгаустер,
- 6 – дымовая труба,
- 7 – регулировочный шибер,
- 8 – загрузочный вагон,
- 9 – бункер постели,

- 10 – бункер шихты,
- 11 – зажигательный горн.

Структура агломерационного слоя



Агломерационная ленты Дуайта, Лойда (1906г)



1 — спекательные тележки (паллеты) с колосниковыми решетками; 2 — укладчик постели на колосники паллет; 3 — укладчик шихты; 4 — зажигательный горн; 5 — слой постели; 6 — сырая шихта; 7 — зона подогрева и сушки шихты; 8 — зона горения твердого топлива; 9 — зона готового агломерата; 10 — направляющие рельсы; 11 — вакуум-камеры; 12 — ведущая звездочка привода аглоленты; 13 — сборный газопровод

Шахтная агломерационная машина Венцеля, Шенка (1959г)

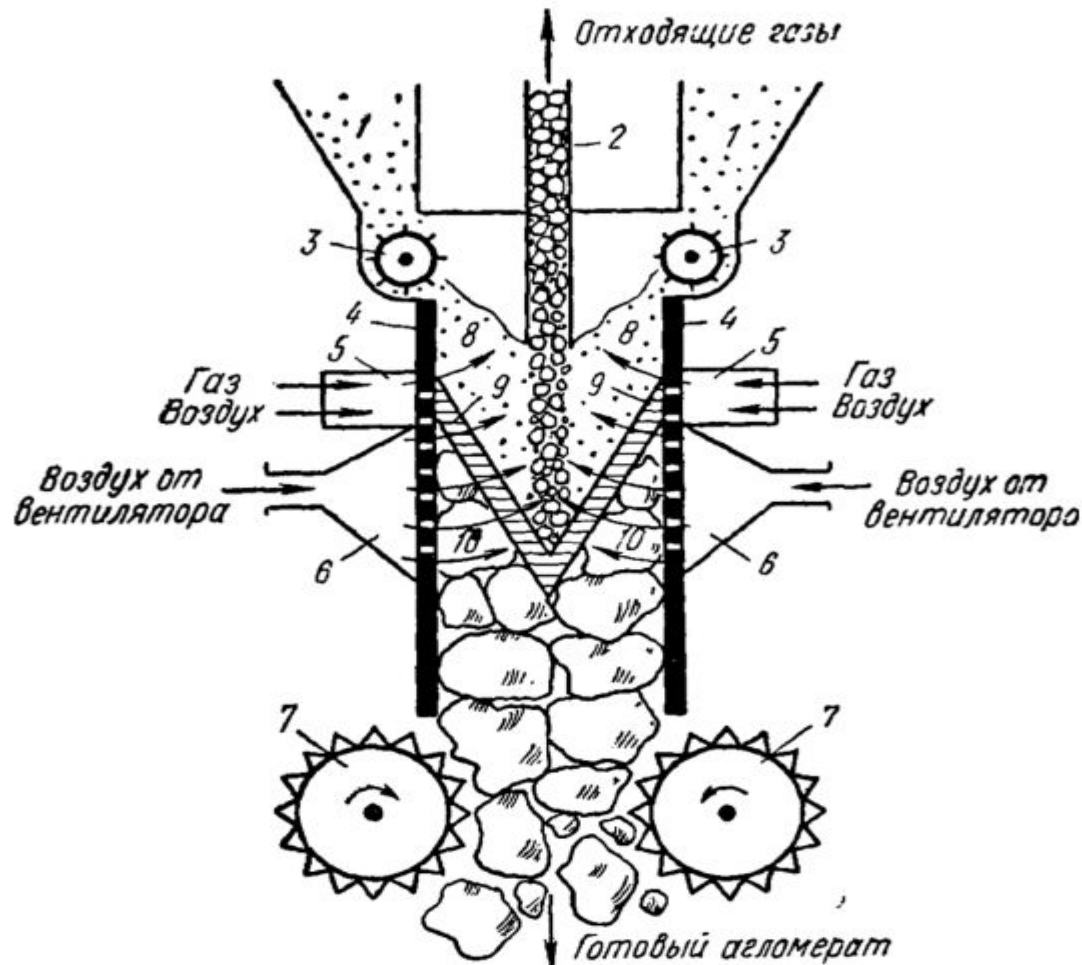


Рис. 7. Шахтная агломерационная машина В. Венцеля, Г. Шенка:
1 — бункера с пылевой шихтой; 2 — центральная шахта для загрузки более крупной шихты и для отвода продуктов горения; 3 — барабанные питатели; 4 — перфорированные стенки машины; 5 — зажигательные горны; 6 — воздушные камеры; 7 — барабаны с рифленной поверхностью для выдачи готового агломерата; 8 — зона сырой шихты; 9 — зона горения; 10 — зона готового агломерата

Основные процессы теплообмена
происходят во время горения твердого топлива в
слое агломерационной шихты

Тепловой баланс

Приход тепла:

1. $Q_{\text{нр}}$ – низшая теплота сгорания топлива, Дж;
2. $Q_{\text{в}} = C_{\text{в}} * t_{\text{в}} * V_{\text{в}}$ – теплота воздуха, подоваемая к аглоленте, Дж;
3. $Q_{\text{т}} = C_{\text{т}} * t_{\text{т}} * V_{\text{т}}$ – теплота шихты, укладываемой на аглоленте, Дж;
4. $Q_{\text{ок}}$ – окисление магнетита, имеет место в том случае, когда содержание закиси железа в шихте больше, чем заданное содержание FeO в агломерате. ($4\text{FeO} + \text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 18346 \text{ кДж}$).

Тепловой баланс

Расход тепла:

1. $Q_{\text{гигр}}=2452.8*W_{\text{ш}}$ – теплота испарения гигроскопической влаги, Дж; $W_{\text{ш}}$ – влажность шихты;
2. $Q_{\text{гидр}}=4200*(H_2O_{\text{гидр}})/100$ – теплота разложения гидратов и испарения гидратной воды, Дж;
3. $Q_{\text{у.г.}}=C_{\text{у.г.}}*t_{\text{у.г.}}*V_{\text{у.г.}}$ – теплота уходящих газов, Дж;
4. $Q_{\text{пир}}=C_{\text{пир}}*t_{\text{пир}}*V_{\text{пир}}$ – теплота готового пирога агломерата, Дж;
5. $Q_{\text{воз}}=m_{\text{р}}/m_{\text{воз}}*Q_{\text{пир}}$ – теплота агломерационного возврата, Дж;
где $m_{\text{р}}$ – расчетная величина агломерата, м , $m_{\text{воз}}$ – горячий возврат, м;
6. $Q_{\text{пот}}$ – тепловые потери, Дж.

$$Q_{\text{нр}}+Q_{\text{в}}+Q_{\text{т}}+Q_{\text{ок}}=Q_{\text{гигр}}+Q_{\text{гидр}}+Q_{\text{у.г.}}+Q_{\text{пир}}+Q_{\text{воз}}+Q_{\text{пот}}$$

Массообмен

Массообмен в агломерационном производстве – диффузия.

Диффузия описывается первым законом Фика:

$$dm = -D \cdot (dp/dx) \cdot dS \cdot dt,$$

где dm – масса продуктов горения, которая переносится за время dt через элементарную площадку dS шихты в направлении нормали x к рассматриваемой площадке в сторону убывания плотности продуктов горения;

dp/dx – градиент плотности;

D – коэффициент диффузии.