

2 Kinzibekova A.K., Nikiforov A.S., Prihodko E.V. Vliyaniye temperaturnih deformatsiy kladki na teplovie poteri teploispolzuyuschih agregatov // Promischlennaya energetika. – 2007. – № 12. – S. 34-35.

3 Kinzibekova A.K., Prihodko E.V., Nikiforov A.S., Nikonov G.N. Sposob opredeleniya koeffitsienta teploprovodnosti voloknistogo materiala / Predvaritelnyy patent RK № 55835. Opub. 15.08.08. Byull. RK № 8.

4 Kadigichev M.G., Gusovskiy V.L., Kascheev I.D. Ogneupori dlya nagrevatelnyh pechey i termicheskikh pechey: Spravochnoe izdanie / Pod red. I.D. Kascheeva – M.: Teploenergetik, 2002. – 240 s.

5 Teplovaya izolyatsiya: spravochnik stroitelya / Pod red. G.F. Kuznecova. – izd. 4-e, pererab. i dop. – M.: Stroyizdat, 1985. – 121 s.

### **ТҮЙІН**

**А.К. Кинжибекова**, техника ғылымдарының кандидаты  
Инновациялық Еуразия университеті (Павлодар қ.)

#### **Түрлі параметрлердің кейбір жылу өткізбейтін материалдардың жылу өткізгіштігіне әсері**

Мақалада процестің негізгі факторлардың жылу оқшаулағыш материалдардың жылу өткізгіштігіне әсерін талдау нәтижелері келтірілген. Негізгі факторлар ретінде тығыздық, температура және ылғалдылық қарастырылған. Зерттеулер тәжірибені жоспарлау теориясы негізінде өткізілген. Материалдың тығыздығы мен температурасына жылуөткізгіштіктің алынған тәуелділіктері осы факторлардың эксперимент нәтижесіне шамамен бірдей әсер ететінін көрсетті.

**Түйін сөздер:** жылу өткізгіштік, тәжірибені жоспарлау, жылу оқшаулағыш материал, температура, тығыздық

### **РЕЗЮМЕ**

**А.К. Кинжибекова**, кандидат технических наук  
Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар)

#### **Анализ влияния различных параметров на теплопроводность ряда теплоизоляционных материалов**

В статье приведены результаты анализа влияния основных факторов процесса на теплопроводность теплоизоляционных материалов. В качестве основных факторов были рассмотрены: плотность, температура, влажность. Исследования проведены на основе теории планирования эксперимента. Полученные зависимости теплопроводности от плотности и температуры материала показывают примерно равное влияние этих факторов на выход эксперимента.

**Ключевые слова:** теплопроводность, планирование эксперимента, теплоизоляционный материал, температура, плотность.

УДК 622.788:66.065.582(574.25)

**Г.К. Мыктыбаева**

Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар)

E-mail: gmyktybaeva@mail.ru

#### **Пути повышения энергосбережения при производстве агломерата на Аксуском заводе ферросплавов ТНК «Казхром»**

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены вопросы рационального использования отходов производства ферросплавов для экономии затрат, выполнен расчет энергоэффективности производства агломерата, приведены данные теплового баланса спекания на материалах Аксуского завода ферросплавов. Согласно расчету годового экономического эффекта получено: за счет рециркуляции аглогазов экономия топлива составила 1334,5 т.у.т.; за счет дожигания СО – 1491 т.у.т.; с установкой тиристорных преобразователей на агрегате годовая экономия электроэнергии составила 1714 тыс. кВт·ч. Таким образом, выявлено, что, кроме энергосберегающих мероприятий при переработке твердых и газообразных отходов, использование агломерата также повысит производительность электропечей АЗФ, снизит удельный расход электроэнергии и расход восстановителя, а, значит, себестоимость готовой продукции.

**Ключевые слова:** аглогазы, отходы металлургического производства, утилизация ферросплавных газов, рециркуляция, экономия тепла.

I. Состояние проблемы. При производстве ферросплавов образуется большое количество отходов производства (пыль аспирации, пыль (шлам) газоочисток, отсеvy мелких фракций руды и флюсующих материалов) и отходящих газов [1], которые несут большой запас физического и химического тепла.

Для повышения энергоэффективности проводятся работы по использованию отходов производства (твердых и газообразных) для экономии сырьевых и энергетических затрат.

Основным путем для реализации и решения поставленной проблемы является ввод в эксплуатацию технологического агрегата – агломерационной машины, которая позволяет утилизировать отходы производства для выработки вторичного сырья (агломерата) для улучшения как экономических, так и энергетических показателей [2].

Спекание подготовленной шихты является основным этапом в технологии получения высококачественного агломерата. Процесс ведется на колосниковой решетке агломерационной машины за счет развития высоких температур при горении углерода в слое шихты, регенерации тепла верхних слоев агломерата и последующей кристаллизацией расплава [3].

Процесс спекания проводится в автоматическом режиме на агломерационной машине МАК 60/120. Для спекания машина оснащена эксгаустером типа KBZ 250-0500015-00 фирмы «REITZ» производительностью 295000 м<sup>3</sup>/ч, для охлаждения - эксгаустером типа KBZ 200-0900010-00 фирмы «REITZ» производительностью 590000 м<sup>3</sup>/ч. Для утилизации тепла и сокращения количества вредных выбросов предусмотрена рециркуляция отходящих аглогазов под укрытие за горном, осуществляемая дымососом Д15-5 производства фирмы ООО «МОВЕН-С» (г. Москва).

Данной технологией предусматривается безотходное производство агломерата из пыли газоочисток, отсеvов руд, кокса, кварцита - отходов существующего ферросплавного производства Аксуского завода ферросплавов - с использованием в качестве топлива ферросплавного газа – побочного продукта существующего ферросплавного производства завода.

Ранее пыли газоочисток, отсеvy руд, кокса, кварцита, будучи ценным сырьем, не могли быть использованы в существующих плавильных агрегатах по их техническим характеристикам и вывозились в отвал.

Выработка ферросплавного газа в цехах № 1, № 2, № 4 и № 6 завода была с избытком и не находила применения для нужд завода [4]. Его приходилось сжигать как невостребованный ценный энергетический потенциал.

Производится два вида агломерата попеременно, компаниями, на одной агломашине и поточно-транспортной системе (ПТС). Смешивание двух видов сырья, во избежание брака агломерата, недопустимо, поэтому по регламенту при переходе с одного вида на другой тщательно очищается все предусмотренное к установке технологическое оборудование, а также ПТС. Для очистки предусматривается гидросмыв во всех галереях, перегрузочных узлах и технологических отделениях. Для сбора шламовых стоков предусмотрен шламовый отстойник на два резервуара. Каждый резервуар принимает шламы какого-то одного вида сырья, поэтому после отстоя, шлам извлекается и возвращается в производство агломерата.

Таким образом, аглофабрика, при выполнении всех технических решений, перерабатывает поступающее сырье в агломерат.

Производимый проектируемой агломерационной фабрикой агломерат по своим физическим и химическим свойствам является ценным шихтовым материалом для действующих ферросплавных печей завода, поэтому технология производства агломерата из пыли газоочисток, отсеvов руд, кокса и кварцита является ресурсосберегающей в масштабе всего Аксуского завода ферросплавов.

II. Энергосберегающие мероприятия и расчет энергоэффективности при производстве агломерата.

Аглофабрика потребляет следующие виды энергий [4]:

- электрическая энергия: на силовое оборудование, на освещение;
- вода: на технологию, на хозяйственные нужды, на гидросмыв;
- ферросплавный газ на технологию;
- дизельное топливо в качестве резерва ферросплавного газа;
- сжатый воздух на технологию и ремонтные цели;
- пар на технологию;
- теплофикационная вода на технологию и отопление.

Основными мероприятиями по энергосбережению являются:

- утилизация физического тепла аглогазов за счет рециркуляции части отходящих аглогазов и подачи их в укрытие агломашин;
- утилизация химического тепла рециркулируемых аглогазов за счет дожигания СО;
- оснащение эксгаустеров тиристорными преобразователями частоты вращения электродвигателя.

Расчет годового экономического эффекта за счет внедрения указанных мероприятий приводится ниже.

1. Расчет годовой экономии топлива за счет утилизации физического тепла рециркулируемых аглогазов.

Экономия тепловой энергии рассчитывается по формуле [5]:

$$Q_{\text{год}} = V \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \tau, \text{ ГДж}$$

где  $V$  – объем рециркулируемых аглогазов,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$\rho$  – плотность аглогазов,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$C_p$  – теплоемкость газов;

$\Delta T$  – разность температур аглогаза и окружающего воздуха;

$\tau$  – годовой фонд времени работы агломашины, ч.

При производстве марганцевого агломерата экономия тепловой энергии составит:

$$Q_{\text{год}}^{\text{Mn}} = 51480 \cdot 0,815 \cdot 1,0188 \cdot 140 \cdot 1525 \cdot 10^{-6} = 9126,05 \text{ ГДж.}$$

При производстве хромового агломерата:

$$Q_{\text{год}}^{\text{Cr}} = 51480 \cdot 0,898 \cdot 1,0131 \cdot 100 \cdot 6400 \cdot 10^{-6} = 29974,17 \text{ ГДж,}$$

что соответствует экономии топлива в размере 1334,5 т.у.т.

2. Расчет годовой экономии топлива за счет дожигания СО при рециркуляции аглогазов.

Содержание СО в аглогазах принято согласно химическим реакциям и расчетам горения топлива.

Объем рециркулируемых аглогазов составляет 30 % от объема, удаляемого в окружающую среду.

Количество экономии тепловой энергии [6] от дожигания СО составит:

$$Q_{\text{год}} = V_{\text{а.г.}} \cdot 0,3 \cdot Q_{\text{н.со}}^{\text{P}}, \text{ ГДж,}$$

где  $V_{\text{а.г.}}$  – годовой объем удаляемого от агломашины СО,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$Q_{\text{н.со}}^{\text{P}}$  – теплота сгорания СО.

При производстве марганцевого агломерата экономия тепловой энергии определена в размере:

$$Q_{\text{год}}^{\text{Mn}} = 2812800 \cdot 0,3 \cdot 12,68 \cdot 10^{-6} = 10699,89 \text{ ГДж}$$

При производстве хромового агломерата:

$$Q_{\text{год}}^{\text{Cr}} = 867456 \cdot 0,3 \cdot 12,68 \cdot 10^{-6} = 32998,02 \text{ ГДж}$$

Общее количество экономии тепловой энергии за счет дожигания СО определено в размере:

$$10699,89 + 32998,02 = 43697,91 \text{ ГДж,}$$

что соответствует экономии 1491 т.у.т.

Общее количество экономии топлива за счет утилизации физического и химического тепла рециркулируемых аглогазов оценивается в объеме 2825,5 т.у.т.

3. Расчет экономии электроэнергии за счет оснащения эксгаустеров тиристорными преобразователями частоты.

Поскольку агломашина работает в разных режимах при производстве марганцевого и хромового агломератов, необходимо изменять соответственно производительность эксгаустеров.

Расчет экономии электроэнергии определен путем сравнения коэффициента полезного действия (КПД) эксгаустеров при регулировании производительности и разрежения с помощью тиристорных преобразователей частоты или с помощью дроссельных устройств.

В соответствии с характеристиками эксгаустеров [7] при переходе работы агломашины с марганцевого агломерата на хромовый агломерат установка дроссельных устройств снижает КПД агрегата на 7 %, а с использованием тиристорных преобразователей КПД агрегатов постоянный и находится в пределах 81-83 %.

Годовая экономия электроэнергии за счет установки тиристорных преобразователей составит:

$$W = (N_{\text{э.г.}} + N_{\text{э.в.}}) \cdot 0,07 \cdot \tau, \text{ кВт}\cdot\text{ч,}$$

где  $N_{\text{эк.г}}$  – потребляемая мощность эксгаустера газоочистки, кВт;  
 $N_{\text{эк.в}}$  – потребляемая мощность эксгаустера воздухоочистки;  
 $\tau$  – годовой фонд времени работы эксгаустера при спекании хромового агломерата.

$$W = (2286 + 1540) \cdot 0,07 \cdot 6400 \cdot 10^3 = 1714 \text{ тыс.кВт}\cdot\text{ч.}$$

Кроме того, оснащение эксгаустеров преобразователями частоты вращения позволит обеспечить плавный пуск агрегатов и запас по производительности и разрежению за счет возможности увеличения частоты тока и соответственно числа оборотов двигателя.

Структура теплового баланса процесса агломерации приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура теплового баланса процесса агломерации

Приход тепла	%	Расход тепла	%
Горение углерода	77,07	Теплота годного агломерата	16,78
		Теплота возврата	3,80
		Теплота отходящих газов	46,66
Горение углерода CO	7,74	Теплота пыли	0,01
		Диссоциация карбонатов	10,07
Теплота зажигания	6,50	Разложение гидратов	0,53
		Испарение воды	18,18
Теплота образования силикатов	6,74	Потери тепла при нагреве колосников паллет	1,45
Сгорание серы	1,43	Потери тепла в зажигательном горне	0,11
		Потери тепла от выбивания пламени из-под кромок зажигательного горна	0,08
Теплота окисления	0,52	Потери тепла при нагреве бортов паллет	0,40
		Прочие тепловые потери	1,93
Итого	100,00	Итого	100,00

Конкретно по каждому виду производимого агломерата тепловые балансы приведены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Уточненный тепловой баланс (без рециркуляции аглогаза) спекания марганцевого агломерата (на 1 т годного агломерата)

Приходная статья	МДж/т. агл.	%	Расходная статья	МДж/т. агл.	%
Тепло горения топлива	1509,44	71,38	Тепло на испарение влаги	269,00	12,72
Тепло горения серы	1,72	0,08	Энтальпия влажного газа	406,03	13,93
Тепло зажигания	220,00	10,40	Потери на сторону	106,04	5,0
Энтальпия воздуха	32,09	1,241	Потери со спеком	1212,05	57,31
Энтальпия шихты	109,84	5,19	Разложение карбонатов	127,69	6,04
Энтальпия постели	4,68	0,22			
Тепло восстановления $MnO_2$	243,04	11,49			
ПРИХОД	2114,86	100,0	РАСХОД	2114,86	100,0

Таблица 3 – Уточненный тепловой баланс (без рециркуляции аглогаза) спекания хромового агломерата (на 1 т годного агломерата)

Приходная статья	МДж/т. агл.	%	Расходная статья	МДж/т. агл.	%
Тепло горения топлива	1858	81,61	Тепло на испарение влаги	331,19	14,55
Тепло зажигания	267,00	11,73	Энтальпия влажного газа	484,28	10,83
Энтальпия воздуха	53,2	1,03	Потери на сторону	115,5	5
Энтальпия шихты	128,27	5,63			
Энтальпия постели	4,50	0,23	Потери со спеком	1380	68,08
ПРИХОД	2310,97	100,0	РАСХОД	2310,97	100,0

Кроме энергосберегающих мероприятий, сама агломерационная фабрика является энергосберегающим объектом Аксуского завода ферросплавов.

Согласно имеющимся данным использование 100 тыс. тонн агломерата позволит ориентировочно повысить производительность всех электропечей АЗФ на 4 %, снизить удельный расход электроэнергии электропечами на 4 % и уменьшить расход восстановителя на 4 %.

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что основными энергосберегающими мероприятиями являются: утилизация физического тепла аглогазов за счет рециркуляции части отходящих аглогазов и подачи их в укрытие агломашин, утилизация химического тепла рециркулируемых аглогазов за счет дожигаания СО, оснащение эксгаустеров тирристорными преобразователями частоты вращения электродвигателя. В результате расчетов экономического эффекта получено: за счет рециркуляции аглогазов экономия топлива составила 1334,5 т.у.т.; за счет дожигаания СО – 1491 т.у.т.; с установкой тирристорных преобразователей на агрегате годовая экономия электроэнергии составила 1714 тыс. кВт·ч.

Таким образом, выявлено, что, кроме энергосберегающих мероприятий при переработке твердых и газообразных отходов, использование агломерата также повысит производительность электропечей АЗФ, снизит удельный расход электроэнергии и расход восстановителя, а, значит, себестоимость готовой продукции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Коротич В.И., Фролов Ю.А., Бездежский Г.Н. Агломерация рудных материалов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003. – 400 с.
- 2 Базилевич С.В., Вегман Е.Ф. Агломерация. – М.: Metallurgiya, 1967. – 368 с.
- 3 Сигов А.А., Шурхал В.А. Агломерационный процесс. – Киев: Техника, 1969. – 232 с.
- 4 Фролов Ю.А. Теплотехнические аспекты начального периода агломерации // Сталь. – 2004. – № 1. – С. 2–10.
- 5 Герасимов Л.К., Фролов Ю.А., Коротич В.И. Определение газодинамических характеристик агломерационных машин. Научные основы построения АСУТП окискования сыпучих материалов: сб. науч. тр. – Киев: Наукова думка, 1980. – С. 70–83.
- 6 Герасимов Л.К., Викулов Г.С., Кабанов Ю.А., Добряков Г.Г. Результаты освоения установки по утилизации тепла охлаждения агломерата на агломашине АКМ-312 // Сталь. – 1998. – № 3. – С. 8–9.

### REFERENCES

- 1 Korotich V.I., Frolov Yu.A., Bezdezhskiy G.N. Agglomeraciya rudnich vaterialov. – Ekaterinburg: GOU VPO UGTU-UPI, 2003. – 400 s.
- 2 Bazilevich S.V., Vegman E.F. Agglomeraciya. – M.: Metallurgiya, 1967. – 368 s.
- 3 Sigov A.A., Schurhal V.A. Aglomeracionniy process. – Kiev: Tehnika, 1969. – 232 s.
- 4 Frolov Yu.A. Teplotehnicheskie aspekti naschalnogo perioda aglomeracii // Stal'. – 2004. – № 1. – S. 2–10.
- 5 Gerasimov L.K., Frolov Yu.A., Korotich V.I. Opredelenie gazodinamicheskikh harakteristik aglomeracionnich maschin. Nauchnie osnovi postroeniya ASUPT okuskovaniya sipuchih materialov: sb. nauch. tr. – Kiev: Naukova dumka, 1980. – S. 70–83.
- 6 Gerasimov L.K., Vikulov G.S., Kabanov Yu.A., Dobryakov G.G. – Rezultati osvoeniya ustanovki po utilizacii tepla ohlazdeniyz aglomerata na aglomaschine AKM-312 // Stal'. – 1998. – № 3. – S. 8–9.

### ТҮЙІН

**Г.К. Мыктыбаева**

*Инновациялық Еуразия университеті (Павлодар қ.)*

#### **«Қазхром» ТҮК Ақсу ферроқорытпа зауытында агломерат өндіру кезінде энергия үнемдеуді арттыру жолдары**

Бұл мақалада шығындарды үнемдеу үшін ферроқорытпа өндірісінің қалдықтарын ұтымды пайдалану мәселелері қарастырылған, агломерат өндірісінің энергия тиімділігі есептелген, Ақсу ферроқорытпа зауыты материалдарында күйдірудің жылулық теңгерімінің мәліметтері келтірілген. Жылдық экономикалық эффект есептеулеріне сәйкес төмендегідей нәтижелер алынды: аглогаздарды қайта циркуляциялау есебінен отынды үнемдеу 1334,5 т.у.т.; СО жағып бітіру есебінен – 1491 т.у.т.; агрегатта тирристорлық түрлендіргіштерді орнату арқылы электр энергиясын жылдық үнемдеу сағ. 1714 мың кВт·құрады.

*Осылайша, қатты және газ тәрізді қалдықтарды қайта өңдеу кезінде энергия үнемдеу шараларынан бөлек агломератты пайдалану да АФЗ электрпеіштерінің өнімділігін көтеретіндігі, электр энергиясының үлес шығыны мен қалпына келтіргіш шығынын, ендеше, дайын өнімнің өзіндік құнын төмендететіндігі анықталды.*

**Түйін сөздер:** *аглогаздар, металлургиялық өндіріс қалдықтары, ферроқорытпа газдарын пайдаға асыру, қайта циркуляциялау, жылуды үнемдеу.*

## RESUME

**G.K. Myktybayeva**

*Innovative University of Eurasia (Pavlodar)*

### **Methods of energy saving increase under during agglomerate production at Aksu Ferroalloy Plant Branch of "Kazchrome" JSC**

*In this article issues of efficient use of ferroalloys production waste to save costs are considered; energy efficiency of agglomerate production is calculated; sintering heat balance data are presented by a case study of Aksu Ferroalloy Plant. According to the annual economic benefits calculation the following results are obtained: due to aglogases recirculation, fuel saving is 1334.5 t.o.e.; due to reheating it is 1491 t.o.e.; due to installation of thyristor converters to the unit the annual energy saving is 1714000 kWh.*

*Thus, it is identified that besides energy-efficiency measures during recycling of solid and gaseous wastes, the use of agglomerate increases IPF electric furnaces performance as well, decreases specific energy and reducing agent consumption which means the prime cost of finished products will be reduced.*

**Key words** *aglogases, metallurgical wastes, ferroalloy gases recycling, recirculation, heat economy.*

УДК 621.577 (07)

**A.P. Plevako**

*Innovative University of Eurasia (Pavlodar)*

e-mail: plada78@mail.ru

### **Waste-heat recovery of turbine condenser water Method**

**Annotation.** *One of the directions of energy saving is the application of heat pumps by means of which it is possible to use low-potential, usually waste heat. The question of the possibility of using heat pumps in thermal power plants is considered in the present article. Also a diagram of possible use in thermal power stations of low-grade waste heat with heat pump installation is presented in the article.*

**Key words:** *thermal pump, thermal power plant, waste heat, energy saving, secondary energy resources, cooling water of turbine.*

A heat pump is a device that provides heat energy from a source of heat to a destination called a «heat sink». Heat pumps are designed to move thermal energy opposite to the direction of spontaneous heat flow by absorbing heat from a cold space and releasing it to a warmer one. A heat pump uses some amount of external power to accomplish the work of transferring energy from the heat source to the heat sink.

While air conditioners and freezers are familiar examples of heat pumps, the term "heat pump" is more general and applies to many HVAC (heating, ventilating, and air conditioning) devices used for space heating or space cooling. When a heat pump is used for heating, it employs the same basic refrigeration-type cycle used by an air conditioner or a refrigerator, but in the opposite direction - releasing heat into the conditioned space rather than the surrounding environment. In this use, heat pumps generally draw heat from the cooler external air or from the ground. In heating mode, heat pumps are three to four times more efficient in their use of electric power than simple electrical resistance heaters.

Operating principles (figure 1): Mechanical heat pumps exploit the physical properties of a volatile evaporating and condensing fluid known as a refrigerant. The heat pump compresses the refrigerant to make it hotter on the side to be warmed, and releases the pressure at the side where heat is absorbed [1].