

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

5

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2015

ҚЫРКҮЙЕК
СЕНТЯБРЬ
SEPTEMBER

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы :

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і :

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 1991-3494

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 1991-3494

Volume 54, Number 357 (2015), 123 – 130

RESEARCH THE ABILITY TO FORMATION OF GRANULES OF COAL WASTE AND KINETICS OF BURNING OF COAL AS A PART OF COAL WITHDRAWAL

O. S. Balabekov¹, B. N. Korganbayev², V. G. Golubev³, S. S. Sermanizov⁴, N. A. Erzhanov²

¹South Kazakhstan State Teacher Training College, Shymkent, Kazakhstan,

²International Humanitarian and Technical University, Shymkent, Kazakhstan,

³South Kazakhstan State University of M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan,

⁴Regional Social and Innovative University, Shymkent, Republic of Kazakhstan.

E-mail: mr.bours@mail.ru; emur-75@mail.ru; golubev_50@mail.ru; balausa2002@mail.ru; akparstan@mail.ru

Key words: kinetics, burning, granulation, withdrawal, coal.

Abstract. With the steady growth of the industry and requirements of the population, despite periodic crises the requirement of use of energy resources to which coal belongs increases. However, not all it is used in a type of various reasons. Its significant amount remains in the form of waste as on waste heaps, so in the form of dumps of industrial production, with all that it implies. There was a big problem needing the decision. Now in many countries solve it in own way, beginning from use as the filling components in construction production, before use as fuel. In the offered article use of a coal trifle by its granulation according to the classical scheme is described. The scheme of trial installation for receiving granules and determination of quality of their durability is offered. Besides, the scheme of the integrated thermal installation is offered and a technique of researches of kinetics of burning of coal as a part of coal withdrawal. Technological parameters of carrying out researches are provided.

For the description of dependence of a constant of speed of chemical reaction on temperature we used the equation of Arrhenius from which follows that at high temperature, in case of very high speed of course of chemical reaction, process of a mass exchange weakens and the speed of oxidation of carbon is defined by diffusive factors. Locates in our case that full burning of carbon happens existence in composition of furnace charge of vapors of water and participation of carbon dioxide.

УДК 622:504

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ И КИНЕТИКИ ГОРЕНИЯ УГЛЯ В СОСТАВЕ УГЛЕОТХОДОВ

О. С. Балабеков¹, Б. Н. Крганбаев², В. Г. Голубев³, С. С. Серманизов⁴, Н. А. Ержанов²

¹Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент, Казахстан,

²Международный гуманитарно-технический университет, Шымкент, Казахстан,

³Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

⁴Региональный социально-инновационный университет, Шымкент, Казахстан

Ключевые слова: кинетика, горение, гранулирование, отход, уголь.

Аннотация. С неуклонным ростом промышленности и потребностей населения, несмотря на периодические кризисы возрастает потребность использования энергоресурсов, к которым относится уголь. Однако, далеко не весь он используется в виду различных причин. Значительное количество его остается в виде отходов как на терриконах, так в виде отвалов промышленного производства, со всеми вытекающими последствиями. Возникла большая проблема, нуждающаяся в решении. В настоящее время во многих странах решают ее по-своему, начиная от использования в качестве наполняющих компонентов в строительном производстве, до использования в качестве топлива. В предлагаемой статье описывается использование угольной мелочи путем ее грануляции по классической схеме. Предлагается схема опытно-промышленной установки для получения гранул и определение качества их прочности. Кроме того, предлагается схема укрупненной термической установки и методика исследований кинетики горения угля в составе углеотходов. Предоставляются технологические параметры проведения исследований.

Для описания зависимости константы скорости химической реакции от температуры нами было использовано уравнение Аррениуса, из которого следует, что при высокой температуре, в случае очень высокой скорости протекания химической реакции, процесс массообмена ослабевает и скорость окисления углерода определяется диффузионными факторами. В нашем случае обосновывается, что полное горение углерода происходит наличием в составе шихты паров воды и участием углекислого газа.

Введение. Гранулирование, по определению, данному в [1] - это совокупность физических и физико-химических процессов, обеспечивающих формирование частиц определенного спектра размеров, формы, необходимой структуры и физических свойств. Оно включает следующие технологические стадии переработки: а) подготовку исходного сырья, дозирование, смешение компонентов; б) собственно гранулирование; в) стабилизацию структуры (упрочнение связей между частицами сушкой, охлаждением, полимеризацией и др.); г) выделение товарной фракции (классификация по размерам).

В связи с тем, что использование в качестве сырья для получения топлива из-за недостаточных пластических свойств отходов шахт, гранулирование его является важным технологическим процессом, так как отходы шахт являются непластичным материалом.

Методы исследования. В связи с этим в процессе увлажнения углеотходов процесса гранулирования необходимо проводить в два этапа:

1. Определение коэффициента гранулирования отходов методом Витюгина [2].

2. Определение в тарельчатом грануляторе выход гранул отходов с использованием коэффициента грануляции.

В общем гранулирование дисперсных материалов основано на их свойстве водопоглощения, определяемым количеством поглощенной влаги. Пластическое свойство материала характеризует

удерживание молекул воды в своем составе. Если дисперсный материал обладает меньшим водопоглощением, то его молекулярное водопоглощающее свойство близко к нулю.

В связи с этим коэффициент гранулирования любого дисперсного материала определяется через его водопоглощающее свойство:

$$K = \text{МВП} / (\text{КВП} - \text{МВП}), \quad (1)$$

где K – коэффициент грануляции (гранулирования); МВП – молекулярное водопоглощающее свойство; КВП – капиллярное водопоглощающее свойство.

По данным ВНИИСтром им. П. П. Будникова (Россия) считается [3], что любая отходящая мелочь, у которых показатель грануляции находится в диапазоне 0,45-0,75 гранулируется. Показатели МВП и КВП для дисперсных материалов представленных в формуле (1) определяли влажном круглом образце углеотходов, изготовленных диаметром 50 мм и толщиной 2 мм под действием вакуума в 10 кгс/см², обезвоживая в промежутке между двумя водопоглощающими бумагами.

Грануляцию углеотходов проводили на тарельчатом грануляторе с использованием методики, разработанной в институте ВНИИСтром и изложенной в «Указаниях по испытанию сырьевых материалов У-02-63».

Грануляционное свойство мелочи углеотходов определяли в наклонном тарельчатом грануляторе с диаметром 1200 мм, числом оборотов 10 об/мин и углом наклона 48° (рисунок 1). Перед проведением грануляции мелочь весом 3 кг увлажняли и в течении 6 минут проводили гранулирование. Полученные гранулы выгружали, рассеивали на фракции и определяли выход каждой фракции по объему и весу. Данные гранулы должны обладать требуемой прочностью, чтобы не разрушались при транспортировке. Поэтому качество гранул углеотходов оценивалось по прочности при предельной высоте падения и по количеству сбрасываний на металлическую плиту с высоты 500 мм. Прочность гранул на удар определялась по числу падений гранул с высоты 300 мм на металлическую плиту, при котором появлялась первая трещина. Максимальная высота падения определялась путем сбрасывания гранул с разной высоты на металлическую плиту. За предельную высоту падения принималась высота, при сбрасывании с которой происходит разрушение не более двух гранул из десяти [2-6].

Основные физико-технические свойства гранул углеотхода (насыпная плотность, прочность при сдавливании в цилиндре, водопоглощение, морозостойкость и др.) определяли по общепринятым методикам [7, 8].

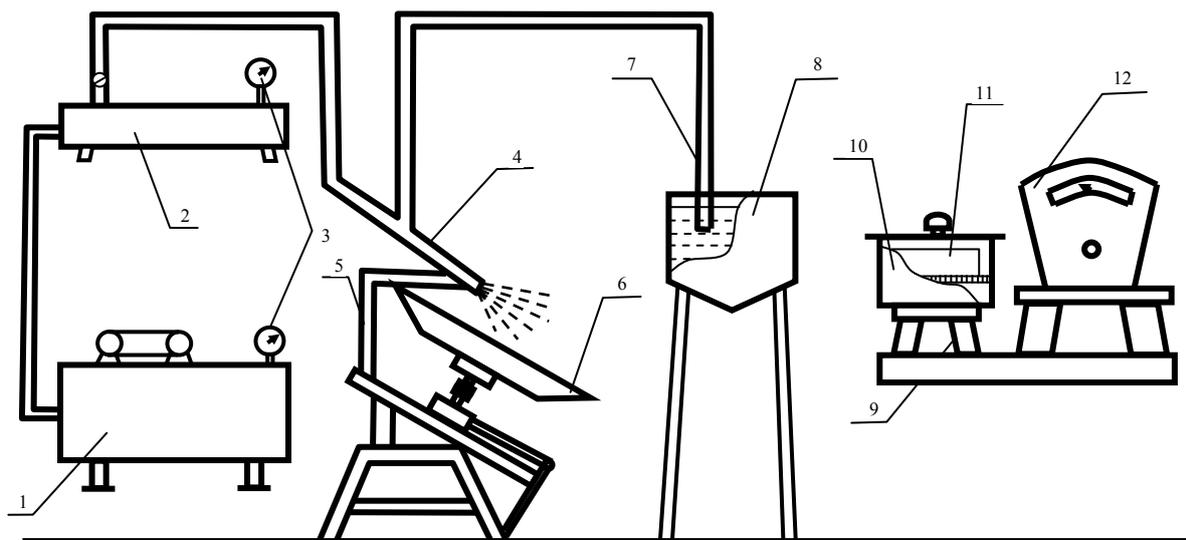


Рисунок 1 – Схема опытно-промышленной установки:

- 1 – емкость; 2 – промежуточная емкость; 3 – манометры; 4 – форсунка для распыления воды;
5 – труба для подачи мелочи; 6 – гранулятор; 7 – труба для подачи воды; 8 – емкость для воды;
9 – установка для измерения гранул; 10 – эксикатор; 11 – посуда для размещения гранул; 12 – весы

Инженерно-экологическую оценку состояния окружающей среды проводили путем измерения параметров источников загрязнения окружающей среды, расчета количества выбрасываемых вредных веществ в атмосферу и установления уровня рассеивания вредных веществ в атмосфере с нанесением концентрационных линий рассеивания на карте-схеме района размещения источников загрязнений.

Методика исследований кинетики горения угля в составе углеотходов осуществлялась следующим образом.

Исследования кинетики горения угля в углеотходах шахт проведены на укрупненной термической установке, представленной на рис. 2. Термическая установка состоит из печи обжига 1, фарфоровой трубки 2, образцов гранул 3 и дифференциальной термопары 4, дифференциальная термопара собирается из двух термопар, соединенных между собой сваркой.

Сначала углеотход измельчается в фарфоровой посуде. В измельченную массу добавляют воду в объеме 12% от массы и готовится смесь, а затем смесь заливают в специальные формы для получения гранул цилиндрической формы, диаметром 3 и длиной 10 мм. Эти гранулы (в количестве 3 штук) обжигаются в электропечи при температуре 1100 °С. Подготовленные таким образом гранулы являются эталонными. Эталонная и исследуемая гранула соединяется с каждой дифференциальной термопарой и обжигается в трубчатой электропечи. При обжиге гранул обеспечивается непрерывный обжиг гранул от комнатной температуры до 1000 °С и при фиксированных температурах – 700, 800, 900 и 1000 °С. В процессе обжига, в результате горения кокса в составе гранулами, образуется разница температур между исследуемым и эталонным гранулами и измеряется с помощью милливольтметра. Для равномерного обжига гранул в фарфоровую трубку подается воздух с помощью микро-компрессора или азот из баллона 9.

Построение графика зависимости температуры горения кокса углеотхода от времени по результатам эксперимента основано на определении энергии активизации логарифмическим преобразованием уравнением Колмогорова – Ерофеева [9-11].

Преобразование производится в виде следующих уравнений:

$$\alpha = 1 - \ell^{-k\tau^n} \quad (2)$$

$$1 - \alpha = \ell^{-k\tau^n} \quad (3)$$

$$\ln(1 - \alpha) = -k\tau^n \quad (4)$$

$$-\ln(1 - \alpha) = k\tau^n \quad (5)$$

$$\ln[-\ln(1 - \alpha)] = \ln k + n\ln\tau \quad (6)$$

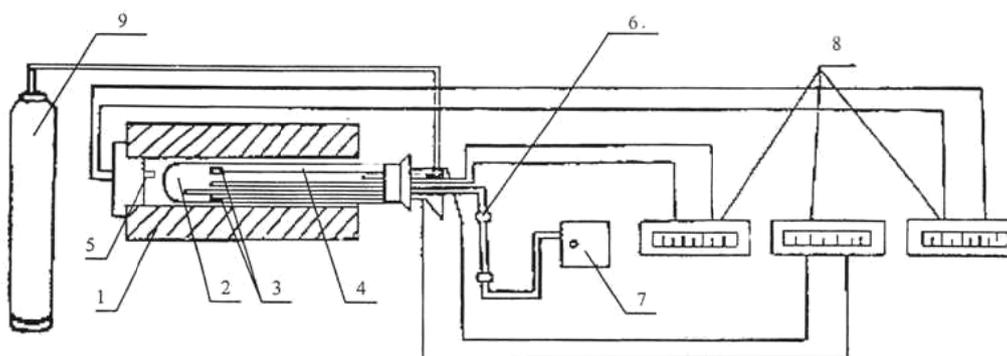


Рисунок 2 – Схема укрупненной термической установки:

1 – печь обжига; 2 – фарфоровая трубка; 3 – образцы гранул; 4 – дифференциальная термопара; 5 – наконечник; 6 – соединительные провода; 7 – прибор для измерения температуры; 8 – милливольтметры; 9 – баллон для азота

Результаты исследований

Результаты преобразования и экспериментов заносятся в виде следующей таблицы 1.

Таблица 1 – Результаты преобразования и экспериментов

Общие значения	$1 - \alpha$	$\ell_n(1 - \alpha)$	$\ell_n[-\ell_n(1 - \alpha)]$	τ	$\ell_n\tau$
α_1				τ_1	
α_2				τ_2	
α_3				τ_3	

Такие таблицы заполняются для каждой температуры. Затем на координатах $\ell_n [-\ell_n(1 - \alpha)]$ и $\ell_n\tau$ строятся прямые. Определяется «n» параметр определением $t_g\phi$ между прямым и абсциссой. На рисунке 3 значения OL, OP и OF показывают величину $\ell_n \kappa_1, \ell_n \kappa_2, \ell_n \kappa_3$ и через «n» определяется константа скорости реакции окисления K_1, K_2 и K_3 .

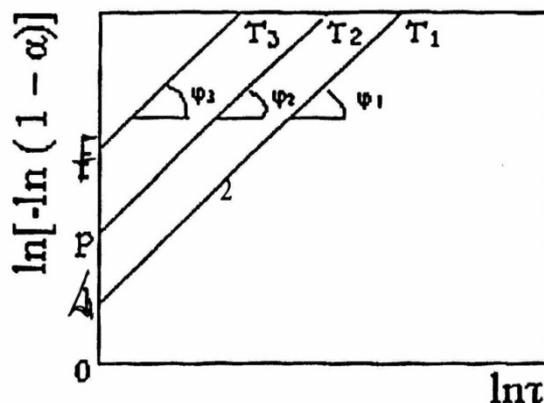


Рисунок 3 – Зависимость $\ln[-\ln(1 - \alpha)] \approx \ln \tau$

Энергия активации определяет скорость прохождения температурного процесса. Энергия активации определяется через решение уравнения Аррениуса [12-14].

$$K = A \cdot \ell^{-E/RT} \tag{7}$$

где E – энергия активации, ккал/моль.

Значение E определяется по уравнению:

$$E = R (\ell_n \kappa_1 - \ell_n \kappa_2) / (1/T_1 - 1/T_2) = 4,37(\ell_n \kappa_1 - \ell_n \kappa_2) / (1/T_1 - 1/T_2) \tag{8}$$

Зависимость $\ell_n \kappa = f(1/T)$ представлена на рисунке 4.

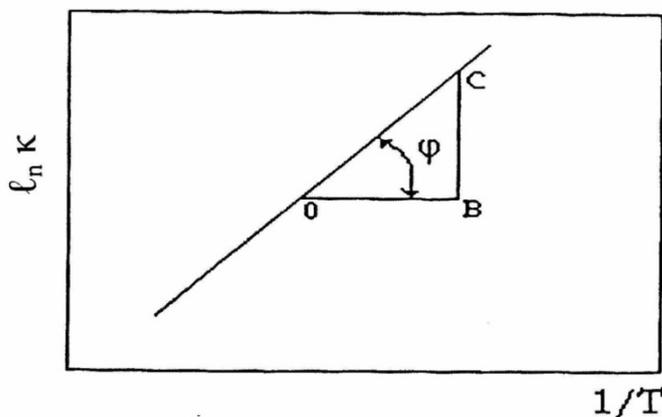


Рисунок 4 – Зависимость $\ell_n \kappa = f(1/T)$

Энергия активации E определяется по формуле:

$$E = 4,575 \text{ tg}\varphi \text{ (ккал/моль)} \quad (9)$$

$$E = 8,314 \text{ tg}\varphi \text{ (ккал/моль)} \quad (10)$$

Здесь $\text{tg}\varphi = \text{OB/OA}$;
 $4,575 = 2,3 R \text{ (ккал/моль}\cdot\text{град)}$;
 $8,314 = 2,3 \cdot 4,19 \cdot R \text{ (Дж/моль}\cdot\text{град)}$.

Обсуждение результатов

Полученные результаты можно использовать для преобразования уравнения Аррениуса, получив после преобразования выражение:

$$d \ln K / d T = E / RT^2, \quad (11)$$

где K – константа химического равновесия; K_1 и K_2 – константа скорости прямой и обратной реакции; Q – тепловой эффект химической реакции; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура.

Уравнение (11), называемое уравнением Аррениуса, характеризует зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Величина E показывает измерения энергии и называется энергией активации. Энергию активации, сопоставляя (сравнивая) средней энергией молекул, которые могут вступить в химическую реакцию при данной температуре, можно определить в качестве энергии лишней величины. Скорость горения частиц топлива, находящейся внутри гранул определяется внутренними диффузионными и кинетическими процессами. При низких температурах доступ кислорода к поверхности углерода происходит за счет физической абсорбции. При этом скорость химической реакции взаимодействия кислорода и углерода, намного ниже, чем при диффузионном процессе между ними. Следовательно, на этом этапе агломерационного процесса режим горения топлива, определяется кинетическими факторами (3,6 кДж; $T = 150$ °C). При высокой температуре, в случае очень высокой скорости протекания химической реакции, процесс массообмена ослабевает и скорость окисления углерода определяется диффузионными факторами. В этом периоде процесс горения топлива происходит в диффузионной области. Используя эту теорию некоторые авторы [16–20] доказывают, что процесс горения отходов кокса осложняется из-за образования жидкой фазы, в таких случаях ослабевает диффузия кислорода в частицах кокса. В таких случаях обосновывается, что полное горение углерода происходит наличием в составе шихты паров воды и участием углекислого газа.

Выводы. Таким образом, в данной работе описывается использование угольной мелочи путем ее грануляции по классической схеме. Предлагается схема опытно-промышленной установки для получения гранул и определение качества их прочности. Кроме того, предлагается схема укрупненной термической установки и методика исследований кинетики горения угля в составе углеотходов методика построения графика зависимости температуры горения кокса углеотхода от времени и технологические параметры проведения исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Классен П.В., Гришаев И.Г. Основы техники гранулирования. - М.: Химия, 1982. - С. 27-42.
- [2] Королева Н.В. Физико-химические методы исследования углей и продуктов их переработки. Учебное пособие. - М.: РХТУ, 1984. - 48 с.
- [3] Васильков С.Г., Швыряев В.А., Журба А.Б. Влияние свойств и гранулометрического состава отходов углеобогащения на газопроницаемость // Труды ВНИИСтром. - М., 1975. - Вып 31(59). - С. 58-69.
- [4] Rumpf H. Chemie-Ingenieur-Technik. Technik, - 1974. - Vol.46(1). - P. 1-11.
- [5] Балес А.А., Сомова Т.Н., Балес А.В. Подготовка шихты для обжига и спекания. - Свердловск: Metallurgia, 1983. - №6. - С. 26-29.
- [6] Тагут Л.Д. Экономика черной металлургии. - М.: Metallurgia, 1979. - №8. - С. 73-78.
- [7] Beis H.V. Equipment of a granulation and ballup cars, Aufbereitung-Technik. - 1970. - Vol. 11(5). - P. 381-389.
- [6] Рыжонков Д.И. Теория металлургических процессов. - М.: Metallurgia, 1989. - 592 с.
- [8] Крушель Л.Г., Авсюкевич Е.И. Отвальные шахтные породы Львовского-Вольнского угольного бассейна, как сырье для производства аглопорита // Труды НИИСМ БССР. - Минск, 1959. - С. 57-61.

- [9] Предпатент РК № 19051. Способ получения твердого топлива из вскрышных пород угольных месторождений / Дарибаев Ж.Г., Серманизов С.С., Ташимов Л.Т., Шевко В.М., Серманизов Н.С. – 2003.
- [10] Шлыков А.В. О влиянии важнейших факторов на механизм и кинетику выгорания органических веществ при обжиге керамических изделий // В кн.: Научные основы технологии и развития производства стеновой строительной керамики. - Киев, 1972. - С. 52-55.
- [11] Безверхий А.А. Процессы горения топлива в слое и кинетика агломерации глинистых сланцев // В кн.: аглопорит и аглопоритобетон: Сборник научных трудов НИИСМ. - Минск: Наука и техника, 1964. - С. 44-52.
- [12] Васильков С.Г., Швыряев В.А., Журба А.Б. Влияние свойств и гранулометрического состава отходов углеобогащения на газопроницаемость // Труды ВНИИСтром. – 1975. - Вып 31(59). - С. 58-69.
- [13] Чижиков Б.И. Хлоридовозгонка – метод извлечения золота, серебра, цветных металлов и железа из огарков // Советская золотопромышленность. - №6, 1936.
- [14] Кричко И.Б., Скрипченко Г.Б., Касаточкин В.И., Структурная химия углерода и углей. - М.: Наука, 1969. - С.57-59.
- [15] Дарибаев Ж.Е., Шевко В.М., Агломерационно-хлорирующий обжиг хвостов обогащения и вскрышных пород. – Кентау, 2004. - С. 132-138.
- [16] Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. - Л.: Химия, 1975. - 47 с.
- [17] Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. - М.: Химия, 1985. - 82 с.
- [18] Митропольский А.К. Техника статических вычислений. - М.: Наука, 1971. - 538 с.
- [19] Брановицкая С.В., Медведев Р.В., Фиалков Ю.Я. Вычислительная математика в химии и химической технологии. - Киев: Вища школа, 1986. - 216 с.
- [20] Бондарь А.Г. Математическое моделирование в химической технологии. - Киев: Вища школа, 1973. - 164 с.

REFERENCES

- [1] Klassen P.V., Grishayev I.G. Bases of equipment of a granulation. M.: *Himiy*, **1982**, 27-42 (in Russ.).
- [2] Koroleva N.V. Physical and chemical methods of research of coals and products of their processing. M.: *RHTU*, **1984**, 48 p (in Russ.).
- [3] Cornflowers S.G., Shvyryaev V.A., A.B's Zhurba. Influence of properties and particle size distribution of waste of coal preparation on gas permeability. *Works by VNIISTR*. M., **1975**, 31(59), 58-69 (in Russ.).
- [4] Rumpf H. Chemie-Ingenieur-Technik. *Technik*. **1974**, 46(1), 1-11 (in Eng.).
- [5] Bales A.A., Somov T.N., Bales A.V's. Preparation of furnace charge for roasting and agglomeration. *Sverdlovsk: Metallurgy*, **1983**, 6, 26-29. (in Russ.).
- [6] Tanut L.D. Ekonomik of ferrous metallurgy. M.: *Metallurgy*, **1979**, 8, 73-78. (in Russ.).
- [7] Beis H.B. Equipment of a granulation and ballup cars. *Aufleritung-Technik*, **1970**, 11(5), 381-389 (in Russ.).
- [6] Ryzhonkov D.I. Theory of metallurgical processes. M.: *Metallurgy*, **1989**. 592 p (in Russ.).
- [8] Krushel L.G., Avsyukevich E.I. Dump mine breeds of the Lvovskogo-Volynsky coal basin as raw materials for production of an agloporit. *Works NIISM BSSR*. Minsk, **1959**, 57-61 (in Russ.).
- [9] Prepatent RK No. 19051. A way of receiving solid fuel from overburden breeds of coal fields. Daribayev Zh.G., Sermanizov S.S., Tashimov L.T., Shevko V. M, Sermanizov N.S. **2003** (in Russ.).
- [10] Shlykov A.V. About influence of the major factors on the mechanism and kinetics of burning out of organic substances when roasting pottery. *In book: Scientific bases of technology and development of production of wall construction ceramics*. Kiev, **1972**, 52-55 (in Russ.).
- [11] Bezverkhy A.A. *In book: agloporit and agloporitobeton: Collection of scientific works of NIISM*. Minsk: *Science and equipment*, **1964**, 44-52 (in Russ.).
- [12] Cornflowers S.G., Shvyryaev V.A., A.B's Zhurba. *Works by VNIISTR*. **1975**, 31(59), 58-69 (in Russ.).
- [13] B.I. Hloridovozgonk's siskins a method of extraction of gold, silver, non-ferrous metals and iron from candle ends. *The Soviet gold mining*, 6, 1936 (in Russ.).
- [14] Krichko I.B., Skripchenko G. B., Kasatochkin V. I. Structural chemistry of carbon and coals. M.: *Science*, **1969**, 57-59 (in Russ.).
- [15] Daribayev Zh.E., Shevko V. M. The Agglomerative chlorinating roasting of tails of enrichment and overburden breeds. *Kentau*, **2004**, 132-138 (in Russ.).
- [16] Sautin S.N. Planning of experiment in chemistry and chemical technology. L.: *Chemistry*, **1975**. 47 p (in Russ.).
- [17] Kafarov V.V. Cybernetics methods in chemistry and chemical technology. M.: *Chemistry*, **1985**. 82 p (in Russ.).
- [18] Mitropolsky A.K. Tekhnika of static calculations. M.: *Science*, **1971**. 538 p (in Russ.).
- [19] Branovitskaya S.V., Medvedev R.V., Fialkov Yu.Ya. Calculus mathematics in chemistry and chemical technology. Kiev: *Vishcha school*, **1986**. 216 p (in Russ.).
- [20] Cooper A.G. Mathematical modeling in chemical technology. Kiev: *Vishcha school*, **1973**. 164 p (in Russ.).

КӨМІР ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ТҮЙІРШІКТЕЛУ ҚАСИЕТТЕРІН ЖӘНЕ КӨМІР ҚАЛДЫҚТАРЫ ҚҰРАМЫНДА КӨМІРДІҢ ЖАНУ КИНЕТИКАСЫН ЗЕРТТЕУ

О. С. Балабеков¹, Б. Н. Қорғанбаев², В. Г. Голубев³, С. С. Серманизов⁴, Н. А. Ержанов²

¹Оңтүстік-Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институт, Шымкент, Қазақстан,

²Халықаралық гуманитарлық-техникалық университет, Шымкент, Қазақстан,

³М.Әуезов ат. Оңтүстік-Қазақстан мемлекеттік университет, Шымкент, Қазақстан,

⁴Аймақтық әлеуметтік-инновациялық университет, Шымкент, Қазақстан

Тірек сөздер: кинетика, жану, түйіршіктеу, қалдық, көмір

Аннотация. Мерзімді дағдарыстарға қарамастан, өнеркәсіпорындардың қарқынды дамуына және халықтың қажеттілігіне байланысты энергетикалық қорлардың және оған жатқызылатын көмірдің де қажеттілігі өсуде. Бірақ, әртүрлі себептерге байланысты оны толық пайдаланбайды. Оның қомақты мөлшері әртүрлі салдар туындату арқылы қалдықтар түрінде террикондарда және өнеркәсіптік өндірістердің қалдықтары ретінде қалып қояды. Шешім қажет ететін үлкен мәселелер туындауда. Қазіргі таңда құрылыс өндірісінде толықтырғыш құрамдас ретінде қолданудан бастап отын ретінде қолдануға дейін оны көптеген елдерде өздігінше қолдануда. Ұсынылған мақалада көмір майдасын классикалық схема бойынша түйіршіктеу арқылы пайдалану жолы сипатталған. Түйіршіктерді алуға арналған тәжірибелі-өнеркәсіптік қондырғының схемасы мен оның беріктік сапасын анықтау ұсынылуда. Сонымен бірге, ұлғайтылған термиялық қондырғының схемасы мен көмір қалдықтары құрамында көмірдің жану кинетикасын зерттеу әдіснамасы қарастырылған. Зерттеуді жүргізудің технологиялық параметрлері келтірілген.

Химиялық реакция жылдамдығының константасы мен температура арасындағы байланысты сипаттау үшін біз Аррениус теңдеуін қолдандық, ол бойынша жоғарғы температурада, химиялық реакцияның өте жоғарғы жылдамдықпен өту жағдайында масса алмасу процесі әлсізденіп, көміртектің тотықтану жылдамдығы диффузиялық факторлармен анықталады. Біздің жағдайымызда, көміртектің толық жануы шихта құрамында су булары бар болуымен және көмір қышқыл газдың қатысуымен өтетіндігі нақтыланған.

Поступила 02.10.2015 г.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 07.10.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
8,9 п.л. Тираж 2000. Заказ 5.