

Сортировка угля на разрезе "Майкубен"

¹**КУТТЫБАЕВ Айдар Еремеккалиевич**, к.т.н., ассоциированный профессор, a.kuttybayev@satbayev.university,

^{1*}**ТАУБАЕВ Нурболат Джамбулатович**, магистрант, mahambetov.nurbolat@mail.ru,

²**КОЖАХМЕТОВА Назерке Мураткызы**, мастер производственного обучения,

¹**ЕРМЕККАЛИ Акерке Айдоскызы**, студент,

¹НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», ул. Сатпаева, 22а, Алматы, Казахстан,

²Шиелійский индустриально-аграрный колледж, ул. КТУ-11, 3, село Шиели, Кызылординская область, Казахстан,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрены основные показатели качества угля и был предложен более эффективный метод сортировки. Представлены характеристики угля и технологии, разработанные в полевых условиях. Рассмотрена эффективность сортировки угля по гранулометрическому составу для получения высококачественного угля, разработаны методы оперативного планирования и оптимизации суточной добычи угля в условиях разреза «Майкубен» с учетом требований качества, экономической эффективности и технической возможности. Предлагается внедрение сортировочной установки на перегрузочном пункте разреза «Майкубен». Описан весь путь угля от месторождения до конечного потребителя. В данной работе были поставлены следующие цели: исследовать сортировку угля в условиях разреза «Майкубен» и определить более эффективный способ сортировки. Для достижения данных результатов были использованы: анализ геолого-научных работ о разведке, сортировке и добыче угля.

Ключевые слова: сортировка, обогащение угля, открытая добыча, шахтовый метод, каменный уголь, бурый уголь, антрацит.

Введение. Добыча угля – это отрасль топливной промышленности, которая включает в себя добычу на поверхности, обогащение и переработку (брикетирование) бурого и каменного угля. Метод добычи зависит от глубины залегания угля. Поверхностная добыча является наиболее распространенным и предпочтительным методом, поскольку он дешевле и безопаснее. Подземная добыча – это метод, используемый, когда залежи угля находятся на большой глубине. В некоторых случаях выгоднее вести добычу под землей, углубляя туннели.

Угольная промышленность является важной частью топливно-энергетического комплекса Казахстана [1]. Ее развитие на современном этапе связано с повышением качества угольной продукции, обеспечением ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках и снижением вредного воздействия на окружающую среду. Котлы проектируются в соответствии со средними показателями качества данного угольного разреза и чувствительны к отклонениям показателей от заявленных средних. Сжигание топлива нестабильного качества при-

водит к загрязнению окружающей среды, и на потребителей угля налагаются штрафные санкции. Поэтому одним из важнейших требований для потребителей является стабильное качество угля. Требования к качеству добываемого угля выражены в виде государственных стандартов (ГОСТ), технических условий (ТУ) и технических регламентов [2].

Основными показателями качества угля являются зольность, влажность, крупность (сортность), содержание серы, выход летучих веществ, теплота сгорания и минеральные примеси. Зольность является косвенным показателем содержания в угле минеральных частиц и пород. Присутствие этих примесей снижает теплоту сгорания. Наличие этих примесей снижает теплоту сгорания угля, уменьшает КПД котлов и увеличивает стоимость заготовки и транспортировки топлива. Повышенное содержание влаги увеличивает расход тепла на время коксования угля, замерзание при транспортировке в холодную погоду и испарение влаги при сжигании. Крупность добываемого угля, стандартизированная по максимальному размеру

кусков, влияет на производство крупного и среднего сортового топлива [3].

Цели исследования. Исследовать сортировку угля в условиях разреза «Майкубен» и определить более эффективный способ сортировки.

Методы. Для написания данной работы были использованы: анализ геолого-научных работ о разведке, сортировке и добыче угля.

Результаты. Суббитуминозный, или бурый уголь – это полезное ископаемое, минеральный уголь во второй фазе метаморфизма (переходная фаза между бурым и каменным углем), который образуется из бурого угля или непосредственно из торфа. Бурым углем называют уголь с самой высокой удельной теплотой сгорания с беззольной массой менее 24 МДж/кг и коэффициентом отражения витринита менее 0,50. Классификация угля на основе теплоты сгорания аналогична международным классификациям. Лигнитный уголь характеризуется плотностью 1,2-1,5 т/м³, объемным весом 1,05-1,4 т/м³ и насыпным весом 0,7-0,97 т/м³. Существуют различные типы бурого угля:

– мягкие; – землистые; – матовые; – лигнитовые; – плотные.

Бурый уголь можно отличить от каменного по внешнему виду и по характерному цвету (всегда коричневому) фарфоровых пластин. Наиболее важными отличиями от угля являются низкое содержание углерода и очень высокое содержание битуминозных летучих веществ. Бурый уголь используется в качестве энергетического и бытового топлива, в производстве брикетов, газового и жидкого топлива, гуминовых кислот, восков, металлургического кокса и в добыче редких и недостающих элементов.

Бурый уголь характеризуется плотной, древесной или волокнистой массой угля с коричневыми прожилками и высоким содержанием летучих битуминозных веществ. Этот уголь имеет коричневый или смолянисто-черный цвет, воспламеняется в копящем пламени и издает неприятный, характерный запах гари, но при обработке едким кали выделяет темно-коричневую жидкость. При сухой перегонке не содержит аммиака или соединяется с уксусной кислотой. Удельный вес составляет 0,5-1,5. Средний химический состав без золы: 26-37% кислорода (в среднем 32%), 3-5% водорода, 0-2% азота [4].

Лигнит часто образует большие, толстые горизонтальные слои (например, 25-30 м в Кельне, 33 м в Циттау) или небольшие, очень тонкие слои. Бурый уголь распространен в основном в нижнетретичных системах, например, в северной Германии, Богемии и

на северной альпийской окраине, так что олигоцен даже называют «пластами бурого угля», а также встречается в больших количествах в мезозойских отложениях. Сырьем для бурого угля служат различные хвойные растения, береза, листья и торф, которые постепенно разлагаются в воде в газообразном замкнутом пространстве, смешанном с глиной и песком, выделяя летучие вещества, при этом разлагающиеся растительные остатки все больше обогащаются углеродом. Рядом с торфом находится бурый уголь, который далее разлагается на уголь, антрацит и даже графит. Таким образом, процесс разложения от торфа, бурого угля, каменного угля и антрацита до графита, который является чистым углеродом, происходит очень медленно, и понятно, что чем богаче углеродом ископаемое, тем старше геологический возраст ископаемого углерода. Графит и бурый уголь относятся к азойскому возрасту, антрацит и литический уголь – к палеозойскому, а бурый уголь – к мезозойскому и большей части кайнозойскому возрасту. Однако литический уголь также присутствует в мезозойских отложениях, и между бурым и литическим углем существует постепенный переход, поэтому его целесообразно относить к бурому углю на основании его характеристик, хотя многие относят более молодые ископаемые мелового периода к бурому углю, а более старые – к литическому [5].

Обогащение угля – это процесс уменьшения содержания минеральных примесей и пустой породы в топливе и классификация угля по размеру объема. После процесса сортировки и обогащения уголь транспортируется конечному потребителю. Первым этапом обогащения угля является сортировка. Добытое сырье доставляется на обогатительную фабрику и начинает сортироваться по размеру. Первым этапом процесса сортировки является обработка материала на виброситах с различным размером ячеек. Материал, относящийся к стандартной классификации, имеет несколько кусков одинакового размера. Сортировка угля необходима для удаления минеральных примесей (которые очень трудно отделить) и других пород, которые легко отделяются в процессе дробления. Существует два основных варианта сортировки угля: мокрая сортировка и сухая сортировка.

Мокрое обогащение является наиболее распространенным вариантом и основано на разнице в плотности между чистым углем и более легкими примесями, которые отделяются в водной среде. Процесс мокрого обогащения осуществляется в молотковых мельницах или других гравитационных концентраторах. В просеивающей машине

принцип заключается в том, что уголь подается через сито, в котором медленно поднимается вода. Товарный уголь отбирается для отгрузки, а загрязненный материал вывозится на свалку. Мелкие примеси проходят через сито и удаляются из машины. В качестве альтернативы вместо воды можно использовать песок. В этом случае обогащение происходит в неподвижном сепарационном конусе, лопасти которого перемещают песчаную суспензию [6].

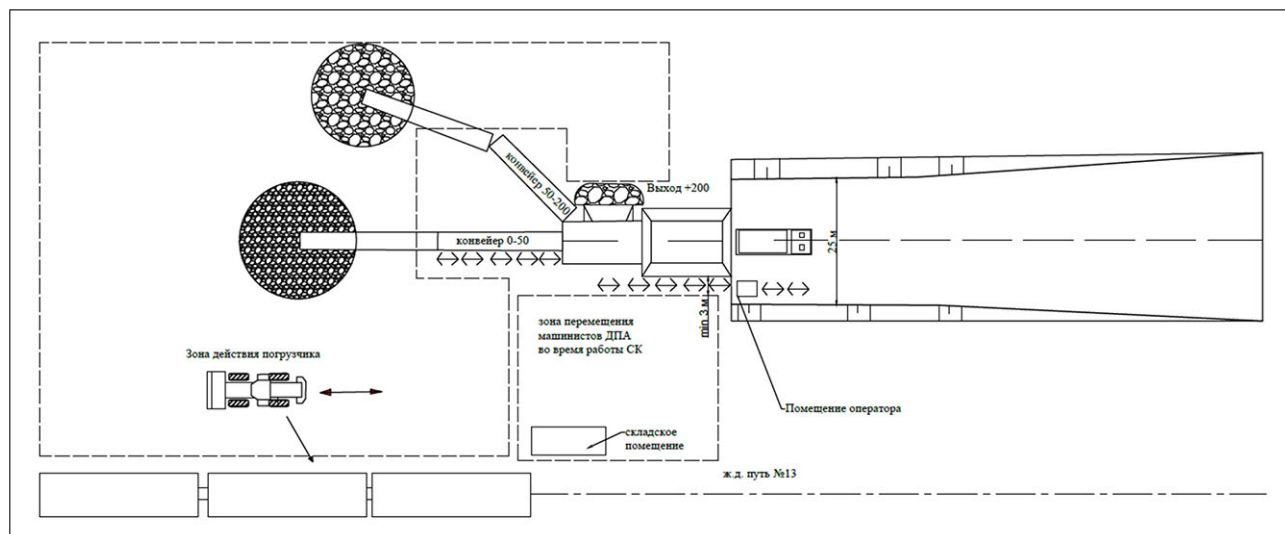
Обогащение угля с помощью тяжелой среды – один из наиболее распространенных методов. Тяжелая среда в данном случае представляет собой водную суспензию твердого магнетитового порошка. Концентрация в циклоне с тяжелой средой также является популярным вариантом. Центробежная сила отделяет отходы от товарного угля. Также используется пенная флотация, при которой частицы угля, обработанные гидрофобными флотационными реагентами, взвешиваются на поверхности вместе с частицами воздуха.

Процесс добычи угля будет более эффективным, если добыча угля будет сопровождаться сортировкой. Сортировка должна осуществляться непосредственно на местах добычи и погрузки. В этом случае выиграют как шахтеры, так и потребители этого вида топлива. Сортировка эффективна потому, что она не только разделяет уголь на куски, но и подвергает его обогащению, что автоматически ведет к улучшению качества и правильной цене на сырье. Поскольку уголь в основном используется в качестве топлива, в первую очередь оценивается эффективность его сжигания. Сгоранию препятствуют минеральные примеси, которые в значительных количествах присутствуют в

свежем, необработанном угле. Эти примеси сгорают, выделяя нежелательные и вредные продукты разложения, поэтому перед использованием уголь необходимо очистить. Этот процесс известен как обогащение угля [6]. Более подробно сортировку можно наблюдать на рисунке.

Добытый уголь сортируют методом грохочения, которое разделяет большое количество добытого угля на три группы зерен, обычно трех размеров: <25 мм, 25-50 мм, >50 мм. Просеивание производится с помощью специально разработанного оборудования. Система вращающихся и колеблющихся решеток с отверстиями фиксированного диаметра, через которые проходит вся масса сырья. Уголь проходит несколько стадий грохочения: предварительную, промежуточную, контрольную и окончательную. В процессе прохождения через эти стадии получается большая доля конечного продукта и отсева. Такая сортировка помогает отделить материал хорошего качества от отходов. Процесс пристально контролируется оператором данного оборудования. Задача оператора заключается в бесперебойной подаче и обработки угольного сырья. Твердые горные породы, а также отработанный материал, который остался после сортировки могут повредить и повысить износ сортирующего устройства, поэтому обслуживающий персонал и машинисты ДПА вовремя исправляют такие проблемы. Отсортированный уголь грузят погрузчиком на железнодорожные составы и везут на склады для дальнейшего оценивания и продажи. Данный метод является наиболее распространенным ввиду своей скорости и эффективности [7].

В результате процесса сортировки уголь



Сортировка угля на разрезе «Майкубен»

классифицируется на несколько категорий, которые отличаются не только по размеру, но и по форме и свойствам. Такая подробная классификация позволяет более точно идентифицировать уголь для промышленного применения. Для классификации всех добываемых углей на типы, категории и подкатегории на основе генетических, технических и других параметров были разработаны специальные классификационные таблицы [8-10]. Маркировка угля приведена в таблице.

Заключение. В настоящее время процесс приобретения и доставки высококачественного угля сопровождается качественными и количественными потерями конечного продукта и загрязнением окружа-

ющей среды на этапах от места добычи до места переработки, временного хранения и доставки конечному потребителю. Поэтому необходимо обосновать применение технологии добычи высококачественного угля, обеспечивающей возможность поддержания стабильных качественных и количественных показателей за счет осуществления экологических технических процессов добычи и транспортировки с целью сохранения его конкурентоспособности. Технология получения высококачественного угля открытым способом тесно связана с обоснованием параметров используемого оборудования. Таким образом, в данной работе была рассмотрена сортировка угля на примере метода грохочения как самого эффективного.

Марки угля		
Марки угля	Обозначение	Теплота сгорания $Q_{гб}$, ккал/кг
Длиннопламенные	Д	7500-8000
Газовые	Г	7900-8600
Жирные	Ж	8300-8700
Коксовые	К	8400-8700

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс]: Угольная промышленность. Экономика Казахстана. Режим доступа: ibrain.kz/ekonomika-kazahstana/ugolnaya
2. [Электронный ресурс]: Угольная отрасль / Аналитическая информация. Режим доступа: energo.gov.kz
3. Анисимова Н.М. К вопросу о построении новой энергетической модели в Казахстане // Научные исследования. 2016. № 3 (4). С. 16-18.
4. Губанов В. А. Этапы развития угольной промышленности: технико-технологический аспект // Экономика. Право. Менеджмент. – 2014. – Вып. 2 (2). – URL: <http://izdatelstvo.bgu.ru/epm/dl.ashx?id=1396>
5. Ракишев Б.Р., Ковров А.С., Бабий Е.В., Куттыбаев А.Е. Влияние обводненности насыпного массива пород на геомеханическую устойчивость участка циклично-поточной технологии // Mining of Mineral Deposits. 2016. 10 (2). Pp. 55-63.
6. Субботин Ю.В., Овешников Ю.М., Самойленко А.Г., Циношкин Г.М. Управление качеством углей. 2022. – № 10. – С. 64-72.
7. Щадов М.И., Фрейдина, Е.В., Дворникова А.Н., Ботвинник А.А. Системное управление качеством углей при открытой добыче и переработке. 2013. – № 5. – С. 18-21.
8. Ракишев Б.Р., Орынбай А.А., Ауэзова А.М., Куттыбаев А.Е. Гранулометрический состав взорванных пород при различных условиях взрывания // Горный информационно-аналитический бюллетень. № 8, 2019, С. 83-94. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-080-83-94.
9. Томаков П.И., Манкевич В.В. Открытая разработка угольных и рудных месторождений: учеб. пособие для шахтеров. – М., 2000. – 611 с.
10. Adamaev, M., & Auezova, A. Dynamics of dry grinding in two-compartment separator mills (2015) New Developments in Mining Engineering 2015: Theoretical and Practical Solutions of Mineral. Resources Mining, pp. 435-439.

«Майкубен» разрезіндегі көмірді сұрыптау

¹**КУТТЫБАЕВ Айдар Еремеккалиевич**, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор,
a.kuttybayev@satbayev.university,

^{1*}**ТАУБАЕВ Нурболат Джамбулатович**, магистрант, mahambetov.nurbolat@mail.ru,

²**ҚОЖАХМЕТОВА Назерке Мұратқызы**, өндірістік оқу шебері,

¹**ЕРМЕКҚАЛИ Ақерке Айдосқызы**, студент,

¹«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Сәтбаев көшесі, 22а, Алматы, Қазақстан,

²Шиелі индустриалды-аграрлық колледжі, КТУ-11 көшесі, 3, Шиелі ауылы, Қызылорда облысы, Қазақстан,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Көмір сапасының негізгі көрсеткіштері қарастырылған және сұрыптаудың тиімді әдісі ұсынылды. Көмірдің сипаттамалары мен дала негізінде жасалған технологиялар ұсынылған. Жоғары сапалы көмір алу үшін көмірді гранулометриялық құрамы бойынша сұрыптаудың тиімділігі қаралды, сапа, экономикалық тиімділік және техникалық мүмкіндік талаптарын ескере отырып, «Майкубен» разрезі жағдайында тәуліктік көмір өндіруді жедел жоспарлау және оңтайландыру әдістері әзірленді. «Майкубен» разрезінің қайта тиеу пунктінде сұрыптау қондырғысын енгізу ұсынылады. Көмірдің кен орнынан соңғы тұтынушыға дейінгі бүкіл жолы сипатталған. Бұл жұмыста келесі мақсаттар қойылды: «Майкубен» разрезі жағдайында көмірді сұрыптауды зерттеу және сұрыптаудың тиімді әдісін анықтау. Осы нәтижелерге қол жеткізу үшін: көмірді барлау, сұрыптау және өндіру туралы геологиялық-ғылыми жұмыстарды талдау пайдаланылды.

Кілт сөздер: көмірді сұрыптау, байыту, ашық өндіру, шахта әдісі, көмір, қоңыр көмір, антрацит.

Coal Sorting at the Maikuben Mine

¹**KUTTYBAYEV Aidar**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor,
a.kuttybayev@satbayev.university,

^{1*}**TAUBAEV Nurbolat**, Master's Student, mahambetov.nurbolat@mail.ru,

²**KOZHAKHMETOVA Nazerke**, Master of Industrial Training,

¹**ERMEKKALI Akerke**, Student,

¹NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev»,
Satpayev Street, 22a, Almaty, Kazakhstan,

²Shieli Industrial and Agricultural College, KTU-11 Street, 3, Shieli Village, Kyzylorda Region, Kazakhstan,

*corresponding author.

Abstract. The main indicators of coal quality were considered and a more effective sorting method was proposed. The characteristics of coal and technologies developed in the field are presented. The efficiency of coal sorting by granulometric composition for obtaining high-quality coal is considered, methods of operational planning and optimization of daily coal production in the conditions of the Maikuben mine are developed, taking into account the requirements of quality, economic efficiency and technical capability. It is proposed to introduce a sorting plant at the transshipment point of the Maikuben mine. The entire path of coal from the deposit to the final consumer is described. In this work, the following goals were set: to investigate the sorting of coal in the conditions of the Maikuben mine and to determine a more efficient way of sorting. To achieve these results, the following were used: analysis of geological and scientific works on exploration, sorting and mining of coal.

Keywords: sorting, coal enrichment, open-pit mining, mining method, coal, brown coal, anthracite.

REFERENCES

1. [Elektronnyj resurs]: Ugol'naya promyshlennost'. Ekonomika Kazahstana. Rezhim dostupa: ibrain.kz>ekonomika-kazahstana/ugolnaya
2. [Elektronnyj resurs]: Ugol'naya otrasl' / Analiticheskaya informaciya. Rezhim dostupa: energo.gov.kz
3. Anisimova N.M. K voprosu o postroenii novej energeticheskoy modeli v Kazahstane // Nauchnye issledovaniya. 2016. No. 3 (4). Pp. 16-18.
4. Gubanov V.A. Etapy razvitiya ugol'noj promyshlennosti: tekhniko-tehnologicheskij aspekt // Ekonomika. Pravo. Menedzhment. – 2014. – Vyp. 2 (2). – URL: <http://izdatelstvo.bgu.ru/epm/dl.ashx?id=1396>
5. Rakishev B.R., Kovrov A.S., Babij E.V., Kuttybaev A.E. Vliyanie obvodnennosti nasypnogo massiva porod na geomekhanicheskuyu ustojchivost' uchastka ciklichno-potochnoj tekhnologii // Mining of Mineral Deposits. 2016. 10 (2). Pp. 55-63.
6. Subbotin Yu.V., Oveshnikov Yu.M., Samojlenko A.G., Cinoshkin G.M. Upravlenie kachestvom uglej. 2022. – No. 10. – Pp. 64-72.
7. Shchadov M.I., Frejdina, E.V., Dvornikova A.N., Botvinnik A.A. Sistemnoe upravlenie kachestvom uglej pri otkrytoj dobyche i pererabotke. 2013. – No. 5. – Pp. 18-21.
8. Rakishev B.R., Orynbaj A.A., Auezova A.M., Kuttybaev A.E. Granulometricheskij sostav vzorvannyh porod pri razlichnyh usloviyah vzryvaniya // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'. No. 8, 2019, pp. 83-94. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-080-83-94.
9. Tomakov P.I., Mankevich V.V. Otkrytaya razrabotka ugol'nyh i rudnyh mestorozhdenij: ucheb. posobie dlya shahterov. – Moscow, 2000 – 611 p.
10. Adamaev, M., & Auezova, A. Dynamics of dry grinding in two-compartment separator mills (2015) New Developments in Mining Engineering 2015: Theoretical and Practical Solutions of Mineral. Resources Mining, pp. 435-439.