

УДК

И.П. КУРЧЕНКО, А.А. ЗОЛОТКО кандидаты техн. наук
Институт "УкрНИИУглеобогащение"

СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ В УКРАИНЕ

В условиях острого дефицита топливно-энергетических ресурсов, сложившегося в последнее десятилетие в Украине, где главный энергоноситель – уголь, особую значимость приобретают два фактора: количества и качества.

Фактор количества – вытекает из недостаточных объемов добываемых углей, которые за три последних года стабилизировались на уровне 80 млн т при сокращении количества действующих шахт со 190 до 170. На этом фоне все большее внимание привлекают некапиталоемкие пути увеличения объема углей это их рациональное распределение по направлениям использования, всемерное сокращение потерь при перевозках, обогащении и потреблении, вовлечение в полезную продукцию топливного остатка, потерянного ранее в отходах обогащения и забалансовых шламах (илах) из-за несовершенства технологии и методов хозяйствования.

Фактор качества – в условиях формирования рыночных отношений выступает как критерий потребительной ценности угольного топлива и компонента коксового производства, перевозок и ограничения загрязняющих выбросов в атмосферу с газообразными продуктами горения и зольными уносами, масса которых пропорциональна зольности сжигаемого топлива.

Оба фактора непосредственное отношение к углеобогащению, которое является особенно ответственным звеном угольного производства в нынешних условиях.

В настоящее время в Украине имеется 61 углеобогатительная фабрика с суммарной годовой производственной мощностью 147,8 млн т. Непосредственно в составе Минтопэнерго находится 43 фабрики с установленной мощностью 92,6 млн т. Четыре ("Суходольская", "Сердитянская", "Маяк", "Снежнянская") из них, составляющие 10,4% по мощности, практически не работают из-за неудовлетворительного технического состояния, отсутствия рядовых углей и др.. Растет ежегодно, что уже составило 16 единиц суммарной мощностью 46,55 млн т, количество фабрик, перешедших в аренду к различным коммерческим и хозяйственным структурам. Две фабрики общей мощностью 8,7 млн т работают в составе Авдеевского и Макеевского КХЗ.

Обогатительные фабрики построены в различные периоды (табл. 1) и находятся в эксплуатации от 19 до 73 лет с преобладанием "возраста" 25-50 лет (среднее – 44 года). Их технология отражает тенденцию соответствующего периода, но принципиальные отличия сводятся только к специфике схем переработки конкретного сырья.

Так, все фабрики, обогащающие угли для коксования, имеют глубину обогащения 0 мм и применяют флотацию для обогащения шлама. Крупный уголь обогащается на фабриках строительства до 1960 года, как правило, в отсадочных машинах или в сочетании тяжелых сред (классы крупнее 13 мм) и отсадки (класса 0,5-13 мм).

Энергетические угли и антрациты обогащаются на фабриках строительства после 60-х годов и, в принципе, по той же технологии. Более "старые" фабрики предусматривают выделение необогащенного сухого отсева (0-6 или 0-13 мм), а для обогащения крупных классов применяют отсадку, тяжелые среды или их сочетание. Такие схемы наиболее

Общин вопросы технологи обогащения

характерны для обогатительных фабрик, построенных как "желобные мойки" и впоследствии переоснащенных с заменой моечных желобов более современными аппаратами.

В результате многолетних работ по совершенствованию технологии обогащения и техническому переоснащению фабрик сложилось следующее соотношение методов обогащения:

тяжелые среды	–	19,0
отсадка	–	71,3
флотация	–	9,0
циклоны и др.	–	0,7% от общего объема обогащения угля.

Это отвечает в целом мировым тенденциям. Отличие составляет лишь пониженный удельный вес применения тяжелосредних циклонов по сравнению, например, с Австралией, ЮАР и США.

По производственной мощности в Украине преобладают фабрики, рассчитанные на переработку от 1,5 до 3,0 млн т (средняя мощность 2,42 млн т), а также групповые фабрики, технологически связанные с близрасположенной шахтой и имеющие углеприем для привозных углей. Индивидуальные фабрики ("Трудовская", "Привольнянская", им. Челюскинцев, "Пионер") сохранялись лишь как исключение – для переработки угля только одной шахты, на промплощадке которой они расположены.

Центральные обогатительные фабрики относятся к типу наиболее крупных и сооружены преимущественно в районах сосредоточения угледобывающих предприятий ("Чумаковская", "Дуванская", "Павлоградская" и др.) или реже – на маршрутах вывоза товарной продукции (например, "Комендантская", "Червоноградская"). Непосредственно у потребителя расположены лишь фабрики при КХЗ. Этим обеспечивается некоторое сокращение объема грузоперевозок, хотя сейчас на практике условие минимизации грузопотоков нередко нарушается.

Одним из принципиальных вопросов в организации работы углеобогатительных фабрик является их хозяйственная принадлежность. Опыт социалистической системы с централизованным планированием однозначно свидетельствовал об объединении фабрик в специализированные структуры. Последующий период характеризуется переходом на обогащение "давальческого" сырья, а затем накоплением опыта работы фабрик в различных сочетаниях с добывающими предприятиями: в едином хозяйственном комплексе с шахтой, в подчинении производственным объединениям по добыче углей, в специализированных объединениях, в статусе полностью самостоятельных предприятий, в аренде коммерческих структур и т.д. Это позволило сделать вывод, что, по крайней мере, в условиях рыночной экономики для успешного функционирования углеобогатительной фабрики определяющее значение имеет не формальная ее хозяйственная подчиненность, а подход управляющей структуры к обеспечению жизненно важных для фабрики условий: стабильная загрузка ее углем надлежащего качества, постоянство состава и уровня квалификации рабочего персонала, удовлетворительное технологическое состояние производства и его своевременное обновление, рациональное использование рыночной конъюнктуры.

При этом в государстве должна вырабатываться и внедряться единая техническая политика применительно ко всем формам хозяйствования в углеобогащении. Очевидно, это должно быть прерогативой Минтопэнерго, а точнее, его угольного департамента, при участии отраслевой науки.

Для оценки эффективности работы углеобогатительных фабрик Украины в табл. 2 приведены

их основные качественно-количественные характеристики.

Так, добытые угли были охвачены переработкой на фабриках на 91%. Без обогащения отгружено на потребление 7,3 млн т энергетических углей. При этом производственные мощности фабрик были использованы на 49,8%, в том числе фабрик Минтопэнерго на 51,4%.

Анализом установлено, что степень загрузки фабрики – один из критериев уровня затрат на обогащение.

Минимальные затраты обеспечиваются при стопроцентной загрузке фабрики по мощности и составляют, в среднем, для различной глубины обогащения:

13 мм	–	от 4 до 5,5 грн/т,
6	–	от 5 до 7
0 и 0,5	–	от 8 до 12.

В рассматриваемый период на обогатительных фабриках Минтопэнерго производственные мощности были загружены от 6,9 (ГОФ "Горская") до 150,1% (ГОФ "Вахрушевская") и затраты на обогащение тонны угля колебались в пределах от 4,31 (ГОФ "Краснопартизанская") до 28,22 грн/т (ЦОФ "Дуванская").

Из этого следует, что упорядочение загрузки углеобогатительных фабрик рядовыми углями и сокращение количества эксплуатируемых предприятий за счет исключения технически бесперспективных фабрик позволяет существенно влиять как на процесс концентрации производства, так и на удешевление себестоимости обогащения угля.

Наглядным технологическим показателем эффективности обогащения угля является снижение зольности, которое соответствует (табл. 2):

по коксующимся углям	–	29,0
энергетическим углям	–	20,2
антрацитам	–	17,9% абс.

Фактически в 2002 г. фабриками Минтопэнерго на энергетику было отгружено топливо зольностью, суммарно, 24,7%, на коксование – 8,2% без учета поставки вторичных топливных продуктов (забалансовых шламов) и продуктов обогащения с арендных фабрик.

Эффективность обогащения угля характеризуется также полнотой извлечения топливных компонентов в полезный товарный продукт. Косвенно это можно показать через зольность отходов обогащения. Тенденция ее повышения выражена весьма слабо. Так, в 2002 году суммарная зольность отходов обогащения на фабриках Минтопэнерго составила 73,8%, тогда как для углей Донецкого бассейна зольность чистых породных фракций достигает 78-80%. Поэтому при повсеместном повышении зольности отходов, в среднем, до 76% можно дополнительно получить товарного топлива до 960 тыс. т с зольностью 16,4%.

Для полноты оценки работы углеобогатительных фабрик было бы желательно рассмотреть показатели рентабельности их работы. Однако к этому имеются два препятствия. Во-первых, показатели реализации товарной продукции и прибыли от нее составляют коммерческую тайну шахт-поставщиков "давальческого" сырья и в открытых источниках не освещается. Во-вторых, из-за отмены в 2002 г. преysкуранта базовых цен на угольную продукцию утеряна возможность объективно оценить стоимость товарных продуктов обогащения исходя из их объема и зольности.

В то же время, в силу несовершенства действовавших преysкурантов, в отдельных случаях обосновывалась кажущаяся выгода отправки на теплоэнергетическое потребление необогащенных углей в увеличенном объеме без учета экологических,

транспортных факторов и эффективности использования топлива потребителем.

Ведутся поиски создания усовершенствованных методов оценки стоимости угля и продуктов его обогащения с использованием показателей зольности или теплоты сгорания. Отдельную проблему при этом составляет определение цены углесодержащих отходов и забалансовых шламов, особенно с учетом повышенного интереса к их вовлечению в товарные ресурсы.

Из вышеизложенного вытекает ряд актуальных проблем, решение которых обеспечит создание базы для формирования эффективно действующей системы управления углеобогащением на уровне современных научно-технических и рыночных требований.

Проблема рационального использования производственных мощностей углеобогажительных фабрик.

Ее решение требует, во-первых, упорядочения состава действующих фабрик с прекращением эксплуатации технически бесперспективных, не обеспечиваемых на перспективу ресурсами рядовых углей. Во-вторых, необходима полная загрузка мощностей с совершенной технологией как для увеличения охвата переработкой всех классов крупности углей и антрацитов (ликвидации небогащенных отсеков), так и для снижения удельных затрат на обогащение. В-третьих, рядовые угли между фабриками должны распределяться по оптимизационному принципу, учитывающему:

- совместимость углей разных шахт для обогащения в одном режиме;
- соответствие технологии обогащения данной фабрики требованиям к товарной продукции;
- минимальный перепробег грузопотоков "шахта-фабрика" и отсутствие встречных перевозок.

Расчетами установлена целесообразность сосредоточения переработки коксующихся углей на 11 фабриках Минтопэнерго, энергетических – на 12, антрацитов – на 14 с увеличением степени их загрузки при нынешнем объеме добычи до 68%, в перспективе до 100%, сохранить при этом в эксплуатации арендные фабрики и фабрики при КХЗ.

Проблема увеличения товарных ресурсов углей

Применительно к обогащению углей реальны два пути ее решения: сокращение до допустимого минимума потерь горючей массы с отходами обогащения и вовлечение в товарное потребление углесодержащих отходов, хранящихся в илонакопителях и породных отвалах.

Как отмечалось, на обогатительных фабриках из-за несовершенства технологии и нестабильности режимов обогащения, высокой степени износа оборудования, неупорядоченности сырьевых баз и других неблагоприятных факторов ежегодно теряется с отходами до 960 тыс. тонн угля, из которых доступными техническими средствами без существенных капитальных затрат фабриками ("Дзержинская", "Самсоновская", "Дуванская", "Красная Звезда", "Пролетарская", "Краснолиманская", "Колосниковская", "Антрацит", "Нагольчанская") может быть получено порядка 570 тыс. т кондиционного угля.

Минтопэнерго в 2003 г. утверждена "Методика нормирования потерь угля с отходами углеобогажительных фабрик" как руководящий документ для объективной оценки фактических потерь горючей массы с отходами и установления нормативно-допустимого уровня остаточного содержания угля в отходах, неизбежного при применении той или иной технологии обогащения.

Вторым реальным источником дополнительного извлечения топлива являются углесодержащие отходы и забалансовые шламы, пригодные для переработки по

относительно несложной технологии в товарную угольную продукцию.

На углеобогащительных фабриках Украины в настоящее время имеется 39 илонакопителей и 47 отстойников, содержащих 117 млн т обводненных углеотходов зольностью, в среднем, 56,8% (без фабрик при КХЗ). Из них находятся в отработке 22 объекта с ежегодной отгрузкой более 2,5 млн т товарного топлива. По расчетным оценкам поведение работ этого направления позволит увеличить объем производства вторичного топлива, извлекаемого из илонакопителей, на 1,2-1,5 млн т в год.

Технологический процесс извлечения топлива из жидких углеотходов может осуществляться как на отдельно стоящих установках (по типу фабрик "Калининская", "Суходольская", "Свердловская", "Краснолиманская", "Дзержинская"), так и в действующих схемах фабрик при их несложном дооснащении (по типу фабрик "Нагольчанская", "Белореченская", "Комендантская"), что экономически предпочтительнее, особенно при недогрузке фабрик рядовым углем.

Топливо нынче из породных отвалов извлекается в ограниченных количествах, в основном, коммерческими структурами. Систематизированные данные об объемах производства и применяемых технологиях отсутствуют. Нет также достоверных сведений о ресурсах топливного остатка, пригодного для извлечения из породных отвалов, об их физическом состоянии (горение, механическая устойчивость и т.д.).

Проблема повышения качества угольной продукции

Применительно к коксующимся углям проблема качества концентратов затрагивает их марочную принадлежность, зольность, влажность и содержание серы. Обогащению поддается лишь зольность, которая, за исключением отдельных фабрик, вкладывается в требования, выдерживаемые коксохимическим производством.

При обогащении энергетических углей и антрацитов повышенная зольность топлива, отгружаемого на тепловые электростанции, обусловлена недостаточными объемами обогащения мелких классов. На фабриках угольной промышленности в год выделяется более 3,6 млн т необогащенного штыба и отсева зольностью 27,7%. Кроме того, 7,3 млн т энергетических углей отгружается потребителям без обогащения с зольностью 27,8%, в то время как производственные мощности фабрик задействованы менее чем наполовину. Для снижения зольности отсевов и штыбов разработаны несложные технологические схемы обработки мелких классов, обеспечивающие понижение зольности до 25-22% (например, по варианту, осуществляемому в настоящее время на ОФ шахты "Трудовская").

Влажность угольных концентратов, как показатель их качества, в последние годы повышается, поскольку на целом ряде фабрик прекратилась эксплуатация термических сушильных установок ввиду их дороговизны, а эффективные средства механического обезвоживания (высокоскоростные центрифуги и др.) внедряются в недостаточных масштабах. Достигнутая экономия в углеобогащении при этом полностью снивелирована возросшими затратами на перевозки балластной влаги и снижением эффективности использования топлива при сжигании (коксовании).

Проблема научно-технического совершенствования углеобогащения

Вхождение Украины в мировое сообщество углеобогащителей через полноценное участие в работе Международных конгрессов по обогащению углей (Австралия – 1998 г., ЮАР – 2002 г.) выявило отставание от зарубежной практики по ряду перспективных направлений:

- создание центрифуг с повышенной частотой вращения ротора;
- применение пневматических флотационных машин колонного типа;
- применение ленточных фильтр-прессов по типам "Андриц", "Парнаби" для

обезвоживания тонких шламов;

- использование для обогащения мелких классов угля тяжелосредних циклонов с безнапорной загрузкой по типу "Ларкодемс";
- производство высокочастотных обезвоживающих грохотов с обратным наклоном сита.

Для устранения зависимости от дорогостоящего импортного оборудования УкрНИИуглеобогащением проводятся соответствующие разработки. В опережение мировой практики созданы:

- ленточный вакуумный классификатор КЛ-10;
- автоматический золомер-регулятор со счетно-решающим устройством для управления шламовыми потоками;
- циклон-сепаратор ЦС 500/360 для обогащения мелких классов угля и антрацитов в водной среде;
- барабанный термогранулятор (в стадии обоснования);
- пылегазоуловитель ПГУ-30 абсорбционного типа.

Однако серьезным препятствием для новых разработок является отсутствие источников целевого финансирования, особенно при изготовлении опытных образцов новой техники.

На стадии промышленного освоения уже созданных разработок отрицательно сказывается низкая покупательная способность обогатительных фабрик. По той же причине в крайне ограниченном объеме закупаются и лучшие зарубежные разработки. Фирмы и компании, арендующие обогатительные фабрики не проявляют заинтересованности в инвестировании научно-технических разработок общепромышленного назначения. В силу своей некомпетентности отдельные из них даже накладывают запрет на заключение фабриками договоров.

Проблема совершенствования нормативно-методической базы углеобогащения

В рыночных условиях хозяйствования особое значение приобретает систематизированная информационная база о качестве, свойствах добываемых углей, их пригодности для эффективного использования. Этим обусловлены требования к развитию исследований по определению обогатимости, качества, марочной принадлежности углей, стандартизации, сертификации, их кодированию по международной системе.

С учетом происшедших за последние десятилетия изменений качественных характеристик углей, условий работы обогатительных фабрик, требований к товарной угольной продукции возникла настоятельная необходимость в коренном обновлении методик определения норм качества углей и продуктов обогащения. Требуют разработки и издания правила безопасности в углеобогащении как государственный документ Украины. С целью выполнения технико-экономических обоснований и анализа работы угольных предприятий необходимо восстановление или создание нового прейскуранта цен на угольную продукцию, не исключающего возможность применения договорных цен при взаиморасчетах.

Для упорядочения и обоснования технологических режимов обогащения углей определенного качества на каждом конкретном комплексе необходима разработка технологических регламентов по процессам и предприятию в целом. УкрНИИуглеобогащением такая работа выполняется выборочно по отдельным предприятиям, при этом подтверждается ее полезность для обеспечения оптимальных

показателей обогащения угля.

В Англии, Германии, России получает развитие технологический аудит углеобогачительных фабрик для выявления возможностей производства, установления и устранения сдерживающих причин с положительным влиянием, в конечном итоге, на показатели работы фабрик. Такая практика пристальное внимание и предприятия Украины.

Экологическая проблема

Для условий Украины вопрос влияния углеобогащения на состояние окружающей среды особенно актуален, учитывая густую заселенность районов угледобычи, высокую засоренность добываемых углей породными примесями, значительный процент устаревших углеобогачительных фабрик и другие неблагоприятные в экологическом отношении условия.

В число первоочередных мер по улучшению экологии входит:

- повышение эффективности обогащения с целью уменьшения зольности товарного топлива (повышения полноты сгорания в топках) и снижения остаточного содержания горючих компонентов в отвальной породе и обводненных отходах;
- уменьшение и полное исключение жидких сбросов за пределы обогатительных фабрик путем создания схем с замкнутым циклом оборотного водоснабжения по типу фабрик "Чумаковская" и "Киевская";
- развитие работ по очистке илонакопителей с переобогащением хранящихся в них илов и высвобождением их емкости для повторного использования без отвода новых земельных площадей;
- создание и внедрение эффективных средств пылегазоочистки при сжигании углей, а также применение топок кипящего слоя, обеспечивающих более полное сжигание топлива и ограничение уноса продуктов горения в атмосферу.

Обращает на себя внимание взаимосвязь технических, экономических и экологических аспектов в постановке работ по совершенствованию технологии обогащения углей и применению для этой цели нового, прогрессивного оборудования. Поэтому необходимо еще раз подчеркнуть многоплановую актуальность вопроса инвестирования научно-технических разработок в области обогащения углей.

Выводы:

1 Действующий фонд углеобогачительных фабрик Украины со значительным резервом позволяет обогащать не только объемы добываемого угля, но и намечаемого к добыче в 2010 г.

2 Для рационального использования фонда производственных мощностей углеобогащения необходимо совершенствовать систему распределения сырьевых ресурсов углей по оптимизационному принципу.

3 Целесообразно исключить из эксплуатации низкоэффективные обогатительные фабрики, бесперспективные в техническом отношении, увеличивать за счет этого загрузки фабрику с современной технологией и снизить удельные затраты на обогащение.

4 Перспективными и экономичными источниками увеличения ресурсов угольной продукции являются: уменьшение потерь угля с отходами обогащения за счет совершенствования технологии (годовой ресурс – 570 тыс. тонн) и вовлечение в переработку забалансовых шламов из илонакопителей (возможный прирост – 900-1200 тыс. тонн).

5 Для улучшения качества товарного топлива большинство обогатительных фабрик нуждается в совершенствовании технологии для охвата обогащением отсеков в

Общин вопросы технологи обогащения

схемах с глубиной обогащения 6 и 13 мм, а также в техническом переоснащении с внедрением прогрессивных конструкций обогатительных аппаратов.

6 Повышение технического уровня углеобогатительных фабрик требует государственного подхода к инвестированию работ по созданию новой техники и льготному кредитованию фабрик на приобретение нового оборудования и модернизацию технологии.

7 Углеобогащение Украины нуждается в создании усовершенствованной системы нормативно-методического обеспечения, в частности:

- обновлении государственных стандартов;
- создании новых методик нормирования качества;
- издании правил безопасности;
- разработке прейскуранта базовых (расчетных) цен на угольную продукцию;
- повсеместном введении технологических регламентов;
- освоении практики технологического аудита обогатительных фабрик.

8 Для повышения технического уровня углеобогащения необходим единый государственный подход (независимо от имущественной принадлежности и административной подчиненности фабрик) в:

- в формировании сырьевых баз фабрик с оптимальным распределением угля;
- в обеспечении единой технической политики развития углеобогащения;
- в развитии нормативно-методической базы;
- в подготовке производственных кадров и повышении их квалификации;
- в соблюдении экологических требований;
- в развитии международных контактов и заимствовании лучшего зарубежного опыта.

Таблица 1

Сводные данные об углеобогатительных фабриках Украины					
Наименование	Единица измерения	Коксующиеся угли	Энергетические угли	Антрациты	Всего
<u>Общий фонд углеобогатительных фабрик</u>					
- количество	шт.	23	18	20	61
- суммарная мощность	тыс. т	64250	41920	41650	147820
В составе Минтопэнерго:					
- количество	—«—	13	11	19	43

Общин вопросы технологи обогащения

- суммарная мощность	—«—	33500	18620	40450	92570
Арендные:					
- количество	—«—	8	7	1	16
- суммарная мощность	—«—	22050	23300	1200	46550
В составе коксохимических заводов:					
- количество	—«—	2	-	-	2
- суммарная мощность	—«—	8700	-	-	8700
Характеристика состава фабрик					
По производственной мощности:	шт.				
- менее 1500 тыс. т в год		1	8	12	21
- от 1500 до 3000		15	8	4	27
- от 3000 до 5000		5	1	2	8
- более 5000		1	2	2	5
По типу предприятия:	—«—				
- индивидуальные (при шахте)		-	4	-	4
- групповые		13	8	17	38
- центральные		8	6	3	17
- при КХЗ		2	-	-	2
По глубине обогащения (мм):	—«—				
13		-	7	1	8
6		-	3	14	17
0,5		-	3	-	3
0		23	5	5	33
По сроку службы (лет):	—«—				
менее 25		-	2	2	4
от 25 до 50		16	11	12	39
от 50 до 70		7	5	5	17
более 70		-	-	1	1
По сочетанию применяемых методов обогащения:	—«—				
- отсадка + флотация		14	1	2	17
- тяжелые среды + отсадка + флотация		9	2	1	12
- тяжелые среды + отсадка		-	4	7	11
- тяжелые среды (с отсевом)		-	4	3	7
- отсадка (с отсевом)		-	7	7	14
По степени износа основных фондов (%):	—«—				
- менее 50%		4	2	4	10
- от 50 до 70%		14	12	13	39
- более 70%		5	4	3	12
По загрузке производственных мощностей (%):	—«—				
- менее 20%		4	3	11	18
- от 20 до 50%		1	8	4	13
- от 50 до 80%		9	5	2	16
- более 80%		9	2	3	14

Таблица 2

Показатели переработки углей на обогатительных фабриках за предшествующий год

Наименование	Единиц а измерен ия	Коксую щиеся угли	Энергет ические угли	Антрац иты	Всего
Добыча	тыс. т	39634,1	24210,6	17117,9	80962,6

Общин вопросы технологи обогащения

Переработка на фабриках	тыс. т	39634,1	16850,6	17117,9	73662,6
В том числе:					
- на фабриках Минтопэнерго		17542,7	8687,7	16585,7	42816,1
- на арендных фабриках		17082,4	8222,9	532,2	25837,5
- на фабриках при КХЗ		5009,0	-	-	5009,0
Охват добытых углей переработкой	%	100,0	69,6	100,0	91,0
Зольность (по ОФ Минтопэнерго)	%				
добытых углей		37,2	40,1	35,8	37,8
товарных углей		8,2	19,9	17,9	16,4
отходов обогащения		73,3	74,6	74,5	73,8
Степень использования производственных мощностей фабрик		61,7	40,2	41,1	49,8
В том числе:					
ОФ Минтопэнерго		52,4	46,7	41,0	51,4

*Поступила в редколлегию:
Рекомендована к печати*