

УДК 622.7

## Перспективы развития углеобогащения в Украине

Рассмотрено состояние и перспективы развития углеобогатительных фабрик Украины.

**Ключевые слова:** углеобогатительная фабрика, развитие, технология.

**Контактная информация:** tehotdel.ukrni@gmail.com

В условиях профицита товарной угольной продукции резко возрастает роль углеобогатительных предприятий, обеспечивающих доведение ее зольности до требуемого, экономически и технологически оправданного качества. С этой точки зрения определенным интересом представляет анализ показателей работы углеобогатительных фабрик Украины за последние 50 лет, в котором основным аспектом уделяется направлениям их развития и способности превращать рядовой уголь в конкурентоспособный товарный угольный продукт.

Наибольшее количество углеобогатительных фабрик в Украине было в 1980 г. – 78. Они перерабатывали 161,5 млн т рядового угля [1]. В 2012 г. оставалось 55 углеобогатительных фабрик, которые при производственной мощности 142,3 млн т переработали 73 млн т рядового угля, т. е. загрузка фабрик составляла 51,3 % [2]. При этом следует иметь в виду, что вся добыча угля в Украине в 2012 г. составила около 84,6 млн т и даже, если бы весь уголь пошел на обогащение, фабрики были бы загружены лишь на 59,5 %. В 2011 г. не работали фабрики «Партизанская», «Горская», им. Челюскинцев, «Привольнянская», «Торезская», «Антрацит», «Донецкая», ОФ шахты

«Пионер», «Постниковская». В 2012 г. остановилась ОФ Макеевского коксохимического завода. Загрузка работающих фабрик составила от 1,1 % («Трудовская») и 2,1 % («Новопавловская») до 125,7 % («Добропольская») и 127,5 % («Кураховская»). Такой разброс загрузки ненормален и предопределяет ликвидацию некоторых фабрик или перераспределение загрузки.

При действующей в Украине неупорядоченной стохастической системе формирования сырьевых баз обогатительных фабрик, не учитывающей требования совместности обогащаемых углей, экономичности перевозок и оптимальности загрузки мощностей, в последние годы складывались неблагоприятные условия, негативно влияющие на эффективность углеобогащения. Так, в 2012 г. из 20 коксовых фабрик 14 принимали на переработку коксующиеся угли трех и более марок. Количество шахт-поставщиков на некоторых фабриках энергетического профиля достигало 20 – 26.

При отсутствии на фабриках достаточного объема аккумулирующих емкостей и усреднительно-дозировочных устройств такие поставки отрицательно влияли на ритмичность работы предприятий, их технико-экономические показатели и приводили к нарушению действующих



**А. Д. ПОЛУЛЯХ,**  
доктор техн. наук  
(ГП «УкрНИИУглеобогащение»)

норм качества и требований потребительского рынка.

Следовательно, говорить о строительстве дополнительных новых углеобогатительных фабрик в Украине преждевременно. Речь должна идти в основном об их реконструкции и модернизации из-за:

- технического износа оборудования, зданий и сооружений, находящегося в среднем за чертой 70 %;
- морального старения оборудования и технологий, прекращения их серийного производства и производства запасных частей;
- решения новых задач по номенклатуре товарной продукции, а также экологических задач;
- необходимости снижения себестоимости обогащения.

Технический уровень углеобогатительных фабрик Украины характеризуется динамикой изменения глубины обогащения и развития основных обогатительных процессов (табл. 1, 2).

Из табл. 1 следует, что количество фабрик с глубиной обогащения 0 мм постоянно увеличивается, с глубиной обогащения 6 и 13 мм – уменьшается. Глубины обогащения 0,5; 1; 3; 4; 5; 10; 25 мм практически не использу-

## ОБОГАЩЕНИЕ И КАЧЕСТВО УГЛЯ

Таблица 1

| Показатели                              | Динамика изменения количества фабрик по годам** |           |           |           |           |           |
|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|   | 1960  | 1970      | 1980      | 1990      | 2000      | 2012      |
| Глубина обогащения*, мм:                |   |           |           |           |           |           |
| 0                                       | 28(45,9)  | 32(43,4)  | 39 (50)   | 41 (55,4) | 32 (51,6) | 30 (54,5) |
| 0,5                                     | 1 (1,65)  | 8 (10,5)  | 5 (6,4)   | 5 (6,8)   | 4 (6,5)   | 6 (10,9)  |
| 1,0                                     | 1 (1,65)  | -         | -         | -         | -         | -         |
| 3,0(4,0)                                | 1 (1,65)  | 1 (1,3)   | 1 (1,3)   | 1 (1,4)   | -         | -         |
| 5,0                                     | 1 (1,65)  | -         | -         | -         | -         | -         |
| 6,0                                     | 21(34,4)  | 24 (31,6) | 24 (30,8) | 18 (24,3) | 17 (27,4) | 14 (25,5) |
| 10,0                                    | -   | 2 (2,7)   | -         | -         | -         | -         |
| 13,0                                    | 8 (13,1)  | 8 (10,5)  | 8 (10,2)  | 9 (12,1)  | 9 (14,5)  | 5 (9,1)   |
| 25,0                                    | -   | -         | 1 (1,3)   | -         | -         | -         |
| Итого фабрик                            | 61 (100)  | 76 (100)  | 78 (100)  | 74 (100)  | 62 (100)  | 55 (100)  |
| В том числе без ОФ КХЗ                  | 49 (80,3)                                       | 66 (86,8) | 70 (89,7) | 68 (87,2) | 60 (96,8) | 54 (98,2) |
| Количество переработанного угля, тыс. т | 80051   | 133201    | 161564,5  | 159263    | 47882,6   | 72962,4   |

\* Приведены данные об обогатительных фабриках, а не об установках на шахтах, породных отвалах и илонакопителях.

\*\* В скобках указана доля фабрик с данной глубиной обогащения, %.

ются. Данная тенденция изменения глубины обогащения свидетельствует о необходимости обогащения всех классов рядового угля. При этом (см. табл. 2) используются все более прогрессивные методы обогащения. Так, к 1980 г. почти все мочные желоба заменили на тяжелосредные сепара-

торы или гидравлические отсадочные машины. К 1970 г. в Украине было ликвидировано пневматическое обогащение, к 2012 г. резко уменьшалось количество фабрик с неклассифицированной отсадкой. Устойчивая тенденция наблюдается в использовании тяжелосредного обогащения в сепара-

Таблица 2

| Процесс*                      | Количество обогатительных процессов по годам |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|--|------|------|------|------|------|
|                               | 1960   | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2012 |
| Обогащение в мочных желобах   | 31   | 10   | 2    | -    | -    | -    |
| Отсадка:                      |  |      |      |      |      |      |
| крупного угля                 | 23   | 30   | 30   | 30   | 29   | 26   |
| мелкого угля                  | 24   | 36   | 52   | 53   | 42   | 43   |
| неклассифицированная          | 6  | 24   | 18   | 10   | 8    | 4    |
| Тяжелосредняя сепарация угля: |  |      |      |      |      |      |
| крупного                      | 3  | 17   | 27   | 30   | 29   | 25   |
| мелкого                       | -  | -    | 3    | 1    | 1    | 3    |
| Мокрая винтовая сепарация     | -  | -    | -    | 2    | 6    | 22   |
| Флотация                      | 24   | 37   | 42   | 41   | 19   | 20   |
| Сушка                         | 19   | 33   | 37   | 36   | 19   | 12   |
| Обогащение:                   |  |      |      |      |      |      |
| пневматическое                | 1  | -    | -    | -    | -    | -    |
| в гидроциклонах               | 1  | 3    | 3    | 4    | 2    | 4    |
| на концентрационных столах    | -  | 6    | -    | -    | -    | -    |
| в гидросайзерах               | -  | -    | -    | -    | -    | 5    |
| в конусных сепараторах        | -  | -    | -    | -    | -    | 1    |

\* Приведены данные об обогатительных фабриках, а не об установках на шахтах, породных отвалах и илонакопителях.

раторах для крупного машинного класса и в гидроциклонах для мелкого.

Количественное соотношение различных методов в общем балансе обогащения меняется в основном в результате текущего перераспределения объемов обогащения между фабриками с различным сочетанием обогатительных процессов.

Принципиальным являются: остановка флототделений в схеме обогащения антрацита (ОП ЦОФ «Свердловская», ОФ шахты «Россия»); внедрение других методов обогащения шламов: в гидроциклонах (ГОФ «Луганская», «Славносербская»), гидросайзерах (ЦОФ «Самсоновская», ГОФ «Краснолучская», ЦОФ «Дуванская», углеподготовительный цех № 2 Авдеевского коксохимического завода), на винтовых сепараторах (ЦОФ «Добропольская», ГОФ «Белореченская», ЦОФ «Чумаковская»), на конусных сепараторах (ЦОФ «Киевская»); использование тяжелосредних циклонов для переобогащения промпродукта (ЦОФ «Чумаковская»), камерных фильтр-прессов (углеподготовительный цех № 2 Авдеевского коксохимического завода) для обезвоживания жидких отходов, пневматических сепараторов (при шахтах и породных отвалах) для обогащения угля и углесодержащих материалов, концентриционных столов (на обогатительных установках) для обогащения осадков илонакопителей, а также ввод в действие ОФ «Свято-Варваринская», оснащенной тяжелосредними циклонами, гидроциклон-классификаторами «Кроссфлоу», колонными флотомашинами. Расширение области применения этих методов означает определенный прогресс в развитии технологии обогащения и, следовательно, создает предпосылки для последующего улучшения качественно-количественных показателей углеобогачительных фабрик.

В 2012 г. ухудшились показатели работы флотации: зольность флотоконцентрата увеличилась с 11,8 до 13,6 %. Одна из объективных причин этого – перераспределение обогащаемых шламов между флотацией и другими методами с преимущественной передачей на последние крупнозернистой части шламов без применения адекватных мер по совершенствованию режимов флотации и обезвоживания тонкозернистых шламов.

По отдельным фабрикам усиливается также проблема флокуляции и складирования отходов флотации при повышении степени их дисперсности.

В 2012 г. термосушильные отделения работали на 12 предприятиях. В эксплуатации было 25 сушильных агрегатов.

Влажность высушенного угля составила в 2012 г. 9,9 % против 8,7 % в 2010 г. При этом по отдельным установкам отмечается значительно повышенная влажность сушонки: ГОФ «Луганская» – 11 %, ЦОФ «Павлоградская» – 12,7 %, ЦОФ «Самсоновская» – 11,3 %, ЧАО «Криворожское» – 10,9 %, ООО «УП ЦОФ «Чумаковская» – 14,5 %. Это усугубляет негативную тенденцию повышения содержания балластной влаги в товарных концентратах, особенно при отсутствии других мер снижения влажности угольной продукции (внедрение эффективных центрифуг, фильтр-прессов и др.), а также при ограниченных объемах финансирования работ по модернизации сушильных установок, работающих на грани остановки.

Развитие углеобогащения всегда связано с зольностью добываемого угля и качеством товарной угольной продукции. Из динамики снижения зольности рядового угля в процессе обогащения за последние 52 года (табл. 3) следует, что зольность рядового угля, поступающего на углеобогачительные фабрики, повысилась с 20,4 до 39,6 %; при этом количество товарной продукции снизилось с 84,6 до 61,4 % (в 1,38 раза), а выход отходов увеличился с 15 до 38 % (в 2,5 раза). При этом зольность отходов повысилась с 68,4 % в 1960 г. до 78,1 % в 2012 г.

Необходимое снижение зольности рядового угля при его обогащении возрастает. Если в 1960 г. оно составляло всего 8,5 %, то уже в 1980 г. – 19,8 %. В последующие десятилетия снижение зольности стабилизировалось на уровне 23 – 24 %.

Анализируя коэффициент соотношения себестоимости обогащения 1 т рядового угля к себестоимости 1 т продуктов обогащения, значение которого приведено в работе [1], видим, что он постоянно снижался с 0,847 (в 1960 г.) до 0,78 (1980 г.) и стабилизировался на уровне 0,61 в последние три десятилетия. Снижение коэффициента свидетельствует, с одной стороны, о заниженной стоимости продуктов обогащения и, с другой – о недостаточности вложения денежных средств в обогащение угля.

Приведенные данные – доказательство того, что основные процессы обогащения достигли своих предельных возможностей и дальнейшее снижение потерь угля с отходами обогащения возможно за счет решения организационных задач и разветвления технологических схем углеобогачительных

| Показатели по ОФ Украины    | Год             |                  |                  |                  |                  |                  |
|-----------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                             | 1960            | 1970             | 1980             | 1990             | 2000             | 2012             |
| Снижение зольности*, %      | 20,4–11,9 = 8,5 | 23,3–11,9 = 11,4 | 34,1–14,3 = 19,8 | 38,8–15,8 = 23,0 | 38,4–15,2 = 23,2 | 39,6–15,8 = 23,8 |
| Зольность отходов, %        | 68,4            | 72,5             | 73,2             | 73,6             | 74,6             | 78,1             |
| Выход товарной продукции, % | 84,6            | 81,0             | 77,9             | 61,8             | 60,5             | 61,4             |
| Выход отходов, %            | 15,0            | 18,7             | 21,6             | 37,4             | 38,9             | 38,0             |

\* Первая цифра означает зольность рядового угля, вторая – зольность товарной угольной продукции.

фабрик путем перехода на обогащение пятью машинными классами и ввода новых технологических операций или процессов.

Организационные задачи, которые стоят перед углеобогатителями Украины, следующие:

- расширение категорий обогатимости с четырех до семи;
- разработка стандартной методики и определение коэффициента шламообразования технологических схем углеобогатительных фабрик;
- разработка инструкции по нормированию потерь при обогащении угля на обогатительных фабриках;
- разработка нового СОУ вместо СОУ 10.1.00185755.002–2004 с учетом новых категорий обогатимости угля, коэффициента шламообразования технологических схем углеобогатительных фабрик, новых норм взаимозасорения по гравитационным процессам, а именно: тяжелые среды, отсадка, пневматическая сепарация, крутонаклонные сепараторы (КНС), концентрационные столы, конусные и винтовые сепараторы, обогатительные гидроциклоны и гидросайзеры;
- разработка для углеобогатительных фабрик и установок технологических регламентов в соответствии с СОУ 10.1.00185755–004:2006 (сейчас имеются регламенты на 33 фабриках);
- издание специализированной научно-технической и учебной литературы по углеобогащению;
- создание постоянно действующих курсов по повышению квалификации инженерно-технического персонала;
- сохранение научно-технических архивов проектных, конструкторских и исследовательских институтов и организаций.

В настоящее время необходимость разветвления технологических схем углеобогатительных фабрик определяется следующими задачами:

- решением конкретной технологической задачи по улучшению качественных показателей какого-либо продукта подготовительного, основного или вспомогательного процесса;
- необходимостью увеличения выхода товарной продукции за счет снижения потерь горючей массы с отходами углеобогащения;
- расширением ассортимента товарной продукции, определяемого конъюнктурой рыночных отношений или требованием потребителя.

Если первую задачу по разветвлению технологических схем решают введением в схему фабрики одной-двух технологических операций, то для решения второй и третьей задач необходим ввод технологических процессов или технологических комплексов и прежде всего выделение из рядового угля или продуктов разделения дополнительных машинных классов и приведение в соответствие их крупности режимным параметрам применяемого или дополнительно устанавливаемого оборудования в целях получения на нем оптимальных сепарационных характеристик.

Разветвление технологической схемы предусматривает дополнительное вложение финансовых, материальных, энергетических и человеческих ресурсов, увеличение эксплуатационных расходов. Опыт показывает, что ввод дополнительного технологического процесса в среднем может стоить около 3 млн грн, технологического комплекса – 5 – 10 млн грн в зависимости от его назначения и подготовленности промплощадки или зданий и сооружений к его размещению.

Экономический эффект от внедрения дополнительного технологического процесса достигает от

0,5 до 5 млн грн в год в зависимости от производительности фабрики, назначения продукции и исходных данных решаемой задачи. Внедрение технологического комплекса может обеспечить экономический эффект от 5 до 20 млн грн в год в зависимости от его назначения и данных гранулометрического и фракционного состава исходного сырья.

Для решения этих задач в Украине имеются все необходимые научно-технические и производственные ресурсы.

В настоящее время и в ближайшей перспективе развитие углеобогащения в Украине будет вестись по следующим направлениям:

- модернизация технологических схем действующих ОФ для приведения их в соответствие с современными требованиями к качеству товарной угольной продукции и снижению себестоимости обогащения;

- строительство: обогатительных установок для разработки породных отвалов и илонакопителей; шахтных обогатительных установок для снижения зольности отгружаемого угля; одной новой обогатительной фабрики взамен нескольких технически и морально устаревших. Развитие техники обогащения в Украине должно осуществляться по следующим направлениям:

- доведение флото-фильтровального и фильтр-прессового оборудования до уровня лучших мировых образцов (ГП «УкрНИИУглеобогащение», завод «Прогресс», НПП «Экомаш», Луганский электромашиностроительный завод, ООО «Пальмира»);

- разработка и применение: нового поколения пневматических сепараторов инерционного типа с противоточной разгруз-

кой продуктов разделения (ГП «Гипромашуглеобогащение»);

нового поколения концентрационных столов (Донецкий национальный технический университет);

высокооборотного грохота с разнонаклонными участками сит для обезвоживания угольных шламовых суспензий нефлотационной крупности (ГП «УкрНИИУглеобогащение», ПАО «АНАТЕМС»);

- разработка: трибовиброгравитационного сепаратора для обработки крупно-кускового угля на шахтах (ГП «УкрНИИУглеобогащение»);

сепаратора с движущейся гидроповерхностью для обогащения угольных шламов нефлотационной крупности (ГВУЗ «Национальный горный университет).

**Выводы.** В Украине имеется достаточный научный, проектный, машиностроительный, строительный и производственный потенциал, способный решать любые научные и производственные задачи по обогащению рядовых углей и углесодержащих материалов на уровне лучших мировых стандартов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Полулях А. Д.* Анализ работы углеобогажительных фабрик Украины за 50 лет / А. Д. Полулях // Науч. тр. ГП «УкрНИИУглеобогащение». – Донецк: Східний видавничий дім, 2013. – Ч. 2. Обогащение и переработка углей. – С. 472 – 486.
2. *Технико-экономический анализ работы углеобогажительных фабрик Украины за 2012 год.* – Луганск: УкрНИИУглеобогащение, 2013. – 114 с.

### ПО МАТЕРИАЛАМ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ УКРАИНЫ» ПРОШЛЫХ ЛЕТ

#### Год 1973

В журнале № 4 в статье В. Н. Кравцова, В. М. Ивашина «Механизация выемки тонких пологих пластов на шахтах комбината Ворошиловградуголь дана краткая характеристика условий шахт комбината. Рассмотрены вопросы механизации выемки тонких пологих и пологонаклонных пластов.

Приведены результаты испытаний и область применения струговой установки УСТ-3. Установка предназначена для механизации добычи угля на тонких пологих пластах мощностью 0,55 – 1 м с углом падения до 30° при боковых породах не ниже средней устойчивости, допускающих обнажение призабойного пространства по длине лавы шириной не менее 1,2 м, в шахтах без ограничения категории по газу и пыли.

При работе струговой установки УСТ-3 обеспечивается лучшая сортность угля, сравнительно низкая запыленность рудничного воздуха и уровень шума находится в пределах допустимых норм.