

УДК 697.382

## **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ НА ПЛОЩАДКЕ ВОЗДУХОПОДАЮЩИХ СТВОЛОВ ШАХТЫ «КАРАГАЙЛИНСКАЯ»**

Есина Е.М., студентка гр. СПмоз-211, 1 курс  
Научный руководитель: Простов С. М., д.т.н, профессор  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Способы повышения экономической эффективности угледобычи постоянно изучаются в России. Особенно важно развитие данного направления для нашего региона (Кемеровская область), поскольку добыча угля – ведущий вид экономической деятельности Кузбасса. Добыча угля осуществляется как открытым, так и подземным способом [1-2]. Для нашего региона характерны суровые холодные зимы, неглубокие горизонты шахт [3-5]. Для теплоснабжения горных выработок в последнее время часто используют воздухонагревательные установки (ВНУ), они могут иметь различную мощность: от минимальной до нескольких десятков мегаватт. Осуществляется теплоснабжение за счет сжигания твердого топлива – как правило, угля, добываемого угольными компаниями, что значительно снижает затраты на обогрев. В классификации ВНУ выделяют две группы установок [6]: ВНУ-К – калориферные ВНУ с калориферами, расположенными вентиляционной камере на входе в вентиляционный канал или в ствол шахты; и ВНУ-ВП – технология с воздухоподогревателем (ВП). Основана данная технология на прямом нагреве воздуха до 300-400 градусов Цельсия, а затем – охлаждение его и подмешивание в основной поток воздуха.

Сравнивая технологию воздухонагревательных установок и традиционную схему теплоснабжения шахт «котельная-калорифер» [7], первая имеет ряд несомненных преимуществ. У ВНУ значительно выше КПД – может составлять от 70 до 85 %, поскольку нагретый воздух охлаждается в камере смешивания и поступает непосредственно в шахту с помощью вентилятора главного проветривания. КПД калорифера, по различным данным, КПД составляет около 50-70 %, это обусловлено тем, что в случае использования котельной имеется дополнительный узел – калориферная установка. Кроме того, наблюдаются следующие причины более низкого КПД: неравенство потоков воздуха, которые проходят через калориферы с боковой, подветренной сторон; теплопотери – частично подогретый воздух уходит в атмосферу и неравномерность потоком теплоносителей. Суммарный КПД зависит во многом

от конструктивного решения калорифера, качества применяемого топлива и его подготовки.

Таким образом, ВНУ с воздухоподогревателем на твердом топливе – угле имеют на практике следующие преимущества:

- низкие затраты на топливо (как правило, это твердое топливо – уголь, добываемый непосредственно на шахте);
- более высокий КПД (до 85 %);
- безопасность;
- высокая ремонтпригодность;
- отсутствие промежуточного теплоносителя (вода, пар), а как следствие, отсутствие потребности в воде и риска размораживания системы;
- простота в обслуживании и высокая надежность работы системы.

Безопасность работы данного способа теплоснабжения достигается благодаря тому, что холодный воздух подается в шахту с помощью вентилятора, способ подачи – нагнетательный. Дымовые газы удаляются всасывающим способом с помощью дымососа, таким образом, исключается возможность попадания продуктов сгорания в поток воздуха, который подается в подземные выработки и иные помещения. Разбавление дымовых газов перед воздухоподогревателем рециркуляцией холодных дымовых газов более рационально, так как в этом случае теплотери минимальны – они циркулируют в системе, а не выбрасываются в атмосферу, что позволяет достигать высокого уровня КПД. Схемы с рециркуляцией используются в ВНУ-ВП и встречаются довольно часто на шахтах нашего региона [8].

На площадке воздухоподающих стволов шахты «Карагайлинская» (рис. 1) выполнен полный комплекс строительно-монтажных и пусконаладочных работ по возведению воздухонагревательной установки 0,5х3. Установка введена в эксплуатацию. В составе энергокомплекса ВНУ предусмотрены: укрытый склад угля с приемным устройством, скребковый конвейер топливоподачи, скребковый конвейер золошлакоудаления, транспортер спиральный, воздухонагревательная установка 0,5х3 (две рабочих, одна резервная).



Рис. 1. ВНУ 0,5x3 на площадке воздухоподающих стволов шахты «Карагайлинская»

Каждая ВНУ состоит из: теплогенератора с топкой, вентилятора горячего воздуха, вентилятора первичного воздуха, вентилятора вторичного воздуха, золоуловителя, дымососа, осевого вентилятора, воздухопроводов, газоходов.

Воздухонагревательная установка оснащена системой автоматизированного управления ВНУ (АСУ ВНУ), основными задачами которой является обеспечение безопасной эксплуатации и сохранности оборудования, увеличение эффективности управления за счет:

- централизованного контроля и управления технологическим и вспомогательным оборудованием;
- автоматического соблюдения блокировок и последовательностей запуска и остановки технологического оборудования;
- обеспечения оперативного персонала своевременными и достоверными данными о состоянии технологического оборудования и процесса в целом;
- централизованного накопления и хранения информации о состояниях пускового и технологического оборудования и действиях оперативного персонала;
- использования современного высоконадежного промышленного оборудования и программного обеспечения.

Объект управления включает в себя тягодутьевые машины для подачи воздуха в камеры сгорания, удаления дымовых газов в теплообменники, подачи воздуха в теплообменники, вспомогательные шибера, а также технологическое оборудование транспортировки угля в камеры сгорания топок и удаления золы и шлака из топок.

Категория энергокомплекса ВНУ по надежности отпуска тепла потребителям – первая. В зависимости от назначения, установка относится к ВНУ с большой мощностью, основные характеристики указаны в таблице.

Таблица

Основные характеристики энергокомплекса ВНУ 0,5х3

Характеристика	Технические показатели
Тепловая мощность, МВт	0,5х3
Установленная мощность, Гкал/ч	15
Температура воздуха на входе, °С	- 45
Количество воздуха, подаваемого в шахту, м <sup>3</sup> /ч	189
Температура горячего воздуха на выходе из ВНУ, °С	150-300
Температура подогретого воздуха на входе в шахту, °С	+ 5
КПД установки	≥80

В качестве топлива используется каменный уголь марки «Гр» шахты «Заречная» со следующими характеристиками: низшая теплота сгорания – 5447 ккал/кг, зольность –  $A^r = 21,4\%$ , влажность –  $W^r = 7,5\%$ . Топливо скребковым конвейером 2СР-70М-05 подается в угольный бункер теплогенератора, далее – на решетку прямого хода топки ТЛ 1,87/6,0 «Бийского котельного завода». Дымовые газы образуются в камере сгорания, их температура составляет около 500 °С и далее поступают в теплообменник. Температура горячего воздуха на выходе из ВНУ (из теплообменника) составляет от 150 до 300 °С.

Регулирование процесса горения происходит путем изменения скорости движения решетки топки с помощью частотных преобразователей. Вентилятором первичного (топочного) дутья ВДН-9у осуществляется подача воздуха в топочное пространство, а также охлаждение балок теплогенератора. Воздух на вторичное дутье подается вентиляторами 30ЦС-85. Воздухоподогреватель теплогенератора состоит из четырех вертикальных секций. По ходу дымовых газов воздухоподогреватель является четырехходовым, по ходу нагреваемого воздуха – двухходовым.

Нагрев воздуха в воздухоподогревателях осуществляется по закрытой схеме. Горячий воздух от теплогенераторов по подающему воздуховоду поступает к секциям калориферов, включенных по параллельной схеме. После калориферов по обратному воздуховоду воздух поступает на всас вентиляторов горячего воздуха ВДН-17. Предусмотрена схема регулирования нагреваемого воздуха с помощью вентиляторов ВО 6-300 № 6,3. Дымовые газы после теплогенераторов проходят очистку в золоуловителях ЦБ-56 и далее дымососами ДН-13Х-1500 удаляются через дымовую трубу. Схема энергокомплекса ВНУ 0,5х3 (вид сверху) отражена на рис. 2.

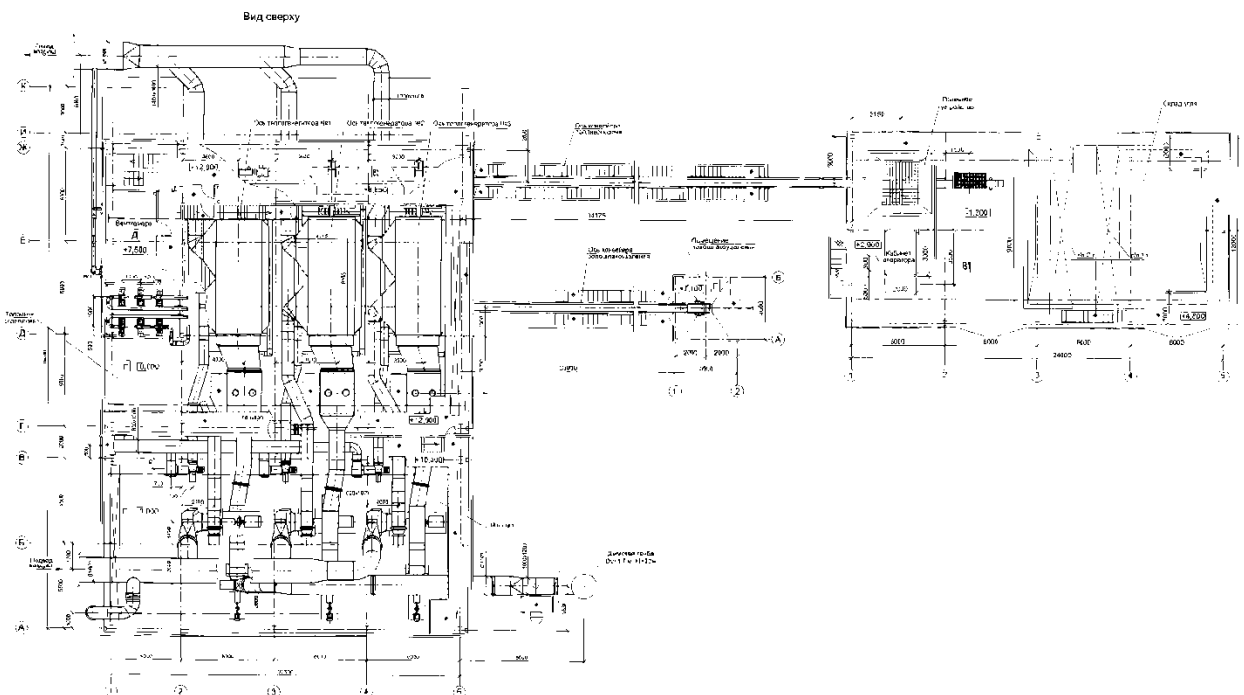


Рис. 2. Схема энергокомплекса ВНУ 0,5х3 на площадке  
воздухоподающих стволов шахты «Карагайлинская»

Через вентилятор главного проветривания теплый воздух поступает в шахту. Температура подогретого воздуха на входе в шахту составляет, в среднем,  $+5^{\circ}\text{C}$ , что достигается путем добавления холодного атмосферного воздуха с помощью вентилятора присадочного воздуха.

Таким образом, можно сделать вывод, что энергокомплексы ВНУ обладают рядом преимуществ по сравнению с имеющимися аналогами теплоснабжения шахт. Среди них можно выделить основные: низкая себестоимость вырабатываемой тепловой энергии, надежность работы, более высокий КПД, стабильность работы и высокая ремонтопригодность.

### Список литературы:

1. Угляница А. В. Исследование зависимости фильтрационных свойств закладочных автоклавных материалов на основе топливных шлаков от параметров закладочной смеси / А. В. Угляница, Т. В. Хмеленко, К. Д. Солонин К.Д. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 3 (91). С. 59-62.
2. Угляница А. В. Способ тампонажа горных пород с неоднородной трещиноватостью / А. В. Угляница, В. А. Хмяляйнен, Е. Г. Дуда, Ю. В. Бурков // Авторское свидетельство SU 1456585 A1, 07.02.1989. Заявка № 4237657 от 12.03.1987.
3. Угляница А. В. Способ упрочнения горных пород вокруг горной выработки / А. В. Угляница, А. И. Петров, В. М. Удовиченко, Ю. А. Масаев, Н. А. Серякова // Патент на изобретение RU 2018675 C1, 30.08.1994. Заявка № 4812502/03 от 29.01.1990.

4. Угляница А. В. Модель трещиноватого горного массива / В. А. Хмяляйнен, А. В. Угляница // Авторское свидетельство SU 1035216 A1, 15.08.1983. Заявка № 3412403 от 24.03.1982.
5. Угляница А. В. Способ закладки вертикальной горной выработки угольной шахты / А. В. Угляница, А. В. Исаенко // Патент на изобретение RU 2290513 C1, 27.12.2006. Заявка № 2005121726/03 от 11.07.2005.
6. Пузырев, Е.М. Разработка шахтных воздухонагревательных установок нового типа / Е.М. Пузырев Е.М., К.С. Афанасьев, В.А. Голубев// Уголь. - 2021. - № 5. - С. 54-61.
7. Антонов, А.Н. Дискуссия по формированию научно-технических основ разработки шахтных воздухонагревательных установок / А.Н. Антонов, Д.В. Попов, Т.М. Карасева и др. // Уголь. - 2021. - № 10. - С. 24-32.
8. Пономарь, В.Н. Установки для нагрева шахтного воздуха / В.Н. Пономарь, А.С. Ситков, В.К. Коваленко // Уголь Украины. - 2014. - № 3. - С. 10-13.