

УДК 666.646

**СУШИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВАКУУМИРОВАННЫХ МАСС
ИЗ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД АРГИЛЛИТОВОГО СОСТАВА**

Доктор технич. наук В.К. Бишимбаев
Канд. технич. наук Д.А. Идрисов

В работе рассмотрены узкие технологические вопросы качественной переработки вскрышных пород для получения керамических материалов. Установлено, что при сушке вакуумированного аргиллита критическая влажность зависит от соотношения коллоидного и капиллярнопористого характера материала

Проблема охраны окружающей среды, обезвреживания промышленных отходов, рационального использования природных ресурсов с каждым годом обостряется.

В настоящее время в мире добываются около 25 млрд. т. всех видов сырья и материалов, включая топливо, руды, строительные материалы, продукты питания. В виде готовой продукции используется примерно 1... 1,5 млрд. т., а остальное идет в отходы [1].

Одним из факторов нарушения земель и загрязнения окружающей среды являются отходы горно-обогатительного производства. В настоящее время в отвалах рудников накоплено более 9 млрд. т. вскрышных пород, 0,5 млрд. т. некондиционных руд и около 3 млрд. т. хвостов обогащения. Количество отходов растет прогрессирующими темпами. Так, в расчете на 1 т. металла в руде приходится добывать на карьерах 1... 5 тыс. т. вскрышных пород, на 1 т. металла в концентратах при обогащении руд приходится 30... 100 т. измельченных хвостов, а на одну тонну металла в металлургическом производстве 1... 8 т., шламов, клинкера или других отходов.

Ежегодно в отвалы поступает свыше миллиарда тонн вскрышных пород и отходов (хвостов) обогащения руд, а общее количество зе-

мельных угодий, нарушенных горными работами, превышает 2 млн. га. Затраты на поддержание хвостохранилищ достигают 10 % от общих капитальных затрат на строительство горнорудных предприятий. В связи с этим остро стоит проблема утилизации вскрышных пород и других отходов промышленности.

Однако при этом необходимо учесть, что технологические свойства отходов могут качественно отличаться от традиционного сырья. Это требует более тщательного анализа отходов, в т.ч. вопросов вакуумирования масс.

Основное значение вакуумирования заключается в придании керамическим массам высоких формовочных свойств, вследствие удаления воздушной фазы, предопределяющей улучшение пластичности сырья. Последнее связано с наличием водной сольватной оболочки вокруг твердых глинистых частиц, понижающей их взаимное трение. Наличие третьей фазы - воздуха будет отражаться как на движении сольватированных частиц под действием внешней нагрузки, так и на самом процессе сольватации. Следовательно, воздушная фаза отражается и на сушке увлажненной до пластического состояния керамической массы, поскольку этот процесс является тепло-физико-химическим процессом, в котором форма связи влаги с материалом играет решающую роль в характере его протекания.

Процесс сушки аргиллитов исследовали в электрическом сушильном шкафу с терморегулятором - для поддержания постоянства температуры.

Влагоотдачу и усадку измеряли одновременно для двух образцов ($d = 30$ мм, $l = 100$ мм), находившихся в одинаковых условиях. Один из образцов помещался в чашку весов, подвешенную внутри шкафа. Вторая чашка весов с равновесом находилась вне сушильного пространства, что давало возможность по убыли веса образца с точностью до 0,01 г. через равные промежутки времени регистрировать влагоотдачу в процессе сушки.

По полученным данным определялась кривая сушки в координатах: влажность - время и по кривой сушки методом графического дифференцирования строилась кривая скорости сушки в координатах: скорость сушки - влажность.

Воздушная усадка измерялась на другом образце при помощи часового индикатора, который помещался над шкафом. Штифт индикатора упирался в длинный кварцевый стержень с малым коэффициентом теплового расширения, заключенный в изолирующий пустотелый кожух. Стержень упирается в тонкую пластинку, лежащую на торце об-

разца, что позволяло фиксировать линейную усадку по положению стрелки индикатора с визуальной точностью до 0,005.

Незначительная поправка на тепловое расширение вспомогательного инвентаря определялась на основании опыта без образца при том же режиме сушки. Последний во всех опытах оставался одинаковым, для мелкодисперсного аргиллита: температура сухого термометра 50°C , относительная влажность воздуха - естественная циркуляция; для трубодисперсного аргиллита температура 80°C , относительная влажность воздуха 20 %.

В качестве сырьевых материалов для изготовления образцов использовали два порошка из аргиллита вскрышных пород Экибастузского бассейна, отличающиеся дисперсностью: 1) менее 0,125 мм и 2) менее 0,6 мм. Для первого образца формовочная влажность составила 18 %, для второго - 14 %.

Кривые скорости сушки аргиллита показаны на рисунке 1. Глубокое вакуумирование (700 мм рт. ст.) понижает скорость сушки как в периоде постоянной, так и периоде падающей скорости сушки на ту или иную величину в зависимости от дисперсности аргиллита. С другой стороны, продолжительность периода постоянной скорости сушки уменьшается лишь при вакуумировании мелкодисперсного аргиллита, оставаясь приблизительно постоянной при вакуумировании грубодисперсного аргиллита.

Скорость перемещения влаги в материале зависит от формы связи ее с материалом [2,3], что обуславливает физико-химическую природу процесса сушки. В процессе постоянной скорости сушки влажность поверхности материала больше гигроскопической влажности, и поэтому давление пара у поверхности не зависит от влажности и равно давлению насыщенного пара при температуре материала. Следовательно, уменьшение поверхностной влажности материала до гигроскопической не будет оказывать влияние на величину давления пара у поверхности и на величину скорости сушки.

С момента достижения поверхностью гигроскопической влажности давление пара у поверхности становится меньше давления пара при температуре материала, и скорость сушки начинает падать. Таким образом, первая критическая точка, или критическая влажность, на кривой скорости сушки наступает в момент, когда влажность на поверхности становится равной гигроскопической влажности.

Вторая критическая точка на кривой скорости сушки коллоидного тела соответствует тому моменту, когда влажность поверхности становится равной величине адсорбционно- связанной влаги. Более проч-

ная физико-химическая связь адсорбционной влаги с материалом определяет изменение ее физических свойств в сравнении с механически связанной влагой материала и, в частности, повышение плотности и понижение упругости пара у ее поверхности. Отсюда следует, что скорость сушки при удалении адсорбционно-связанной влаги должна резко понижаться, что дает на кривой скорости сушки вторую критическую точку.

При глубоком вакуумировании мелкодисперсного аргиллита первая и вторая критические точки перемещаются в сторону более высоких влажностей. Это связано с гидрофилизацией твердой фазы при удалении адсорбированного и мелкодисперсного воздуха в процессе вакуумирования. Действительно, дополнительная адсорбция воды при вакуумировании увеличивает количество адсорбционно-связанной воды на поверхности вакуумированного аргиллита при достижении второй критической точки в процессе сушки. С другой стороны, величина гигроскопической влажности материала также определяется его способностью связывать воду, причем чем больше эта способность, тем выше значение гигроскопической влажности.

Вакуумирование грубодисперсного аргиллита, не обладающего большой адсорбционной способностью, почти не изменяет положения первой критической влажности на кривой скорости сушки. Следовательно, уплотнение массы в результате вакуумирования не играет решающей роли в увеличении первого критического влагосодержания.

Физические представления о характере критической влажности у капиллярно-пористых тел, связывающие появление первой критической точки с резким увеличением капиллярного давления и наличие второй критической точки с переходом капиллярного состояния влаги на поверхности материала в состояние защемленного воздуха /4/, для тонкодисперсного аргиллита, обладающего высокой адсорбционной способностью, также не являются

определяющим фактором.

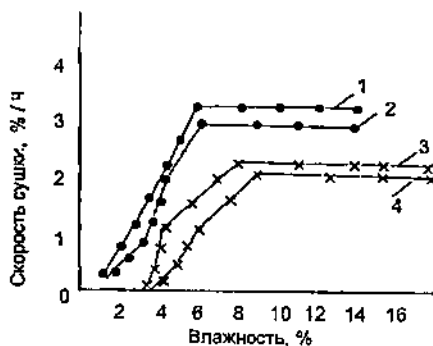
Отсутствие второй критической точки у леввакуумированного грубодисперсного аргиллита объясняется его непластичным характером. Вероятно, гигроскопическая влажность на поверхности материала близка к такой поверхностной влажности, при которой капиллярное состояние переходит в состояние защемленного воздуха; при этом вторая критическая точка совпадает с первой - случай, характерный для тощих глин.

Вакуумирование, повышая пластичность масс, настолько изменяет ее капиллярно-пористую структуру, что состояние защемленного

воздуха наступает гораздо медленнее в области более низких влажностей, и вторая критическая точка на кривой скорости сушки выступает вполне отчетливо.

С кривыми скорости сушки аргиллита согласуются кривые его усадки. Вакуумирование мелкодисперсного аргиллита заметно понижает его усадку как по абсолютной величине, так и по интенсивности, характеризуемой коэффициентом линейной усадки, что объясняется уплотнением массы в процессе вакуумирования. Изменение коэффициента линейной усадки связано с изменением характера связи влаги с материалом. Увеличение количества адсорбционной влаги за счет капиллярной должно уменьшить количество усадочной воды, поскольку адсорбционно-связанная вода удаляется в период падающей скорости сушки, когда усадка практически прекращается.

Кривая скорости сушки аргиллита



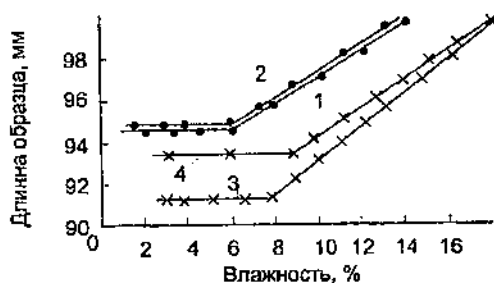
1, 2 - грубодисперсный аргиллит, соотв. невакуумированный и вакуумированный; 3, 4 - мелкодисперсный аргиллит, соотв. невакуумированный и вакуумированный

Рисунок 1

Усадка грубодисперсного аргиллита не уменьшается ни по абсолютной величине, ни по интенсивности. Это объясняется тем, что для вакуумированных масс фактор уплотнения, влияющий на усадку в сторону ее понижения, и фактор повышения пластичности, влияющий в

сторону ее увеличения, взаимно нейтрализуют друг друга, в то время как для пластичных вакуумированных масс фактор уплотнения усиливается снижением влаги за счет увеличения количества адсорбционно-связанной влаги.

Кривые усадки аргиллита



Обозначения те же, что и на рисунке 1

Рисунок 2

Таким образом, при сушке вакуумированного аргиллита ход процесса зависит от соотношения коллоидного и капиллярнопористого характера материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономические проблемы рационального природопользования и охраны окружающей среды.- М.:МГУ, 1982.- С. 6-11.
2. Лыков А. В. Теория сушки.- М.: Энергия, 1968.- 471 с.
3. Лыков А. В. Явления переноса в капиллярно- пористых телах .- М.: Гостехиздат, 1954.- 296 с.
4. Денисов Н. Я. , Ребиндер П. А. Доклады АН СССР, 54, 6, 523 (1946).

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

**АРГИЛЛИТ ҚҰРАМДЫ АРШЫЛҒАН ЖЫНЫСТАРДАН
АУАСЫЗДАНДЫРЫЛҒАН МАССАЛАРДЫҢ КЕПТІРІЛУ
ҚАСИЕТТЕРІ**

Техн.ғыл.докторы У.Қ.Бишімбаев
Техн.ғыл.канд. Д.А.Идрисов

Бұл жұмыста керамикалық материалдар алуға арналған ашылған жыныстарды сапалы өңдеудің өзекті технологиялық мәселері қарастырылған. Ауасыздандырылған аргиллитті кептіргенде оның критикалық ылғалдылығы материалдың коллоидті және капилляр-кеуекті сипаттарының қатынасына байланысты екені анықталған.