

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

И. А. АЛЬПЕРОВИЧ и член-корреспондент АН СССР П. П. БУДНИКОВ

**ВЛИЯНИЕ ДЕЗАЭРАЦИИ
НА ПЛАСТИЧНОСТЬ И ТИКСОТРОПИЮ ГЛИНЫ**

Увлажненная до нормального пластического состояния глина, представляющая собой гидрофильное коллоидное капиллярно-пористое тело, может быть рассматриваема как дисперсная система: твердые частицы — вода — воздух. В этой системе имеются гидрофобизованные участки твердой фазы, так как при образовании тонкодисперсных частиц они, соприкасаясь с воздухом, могут мгновенно гидрофобизоваться адсорбцией газов воздуха.

Работами А. Н. Фрумкина (1) показано, что гидрофобизация твердых частиц в водной среде при наличии газовых пузырьков влечет за собой прилипание частицы к пузырьку с прорывом прослойки водной дисперсионной среды и с образованием конечного краевого угла вдоль трехфазной границы. Следует предположить, что в пластичной глине при гидрофобизации поверхности тонкодисперсных частиц адсорбцией газов воздуха происходит прилипание мельчайших пузырьков воздуха с образованием краевого угла. При этом на поверхности раздела частица — пузырек внутри трехфазного периметра смачивания остается предельно тонкая пленка водной среды, соответствующая адсорбции равновесного насыщенного пара из объема пузырька на гидрофобной поверхности (2).

Прилипшие к гидрофобизованным участкам поверхности твердой фазы микродисперсные пузырьки в совокупности образуют воздушные включения, так или иначе влияющие на физико-химические и механические свойства пластичной массы.

У некоторых глин установлено преобладание адсорбированного и микродисперсного воздуха над механически захваченным (макродисперсным) в обычных условиях увлажнения и показано, что объем адсорбированного воздуха зависит от природы глины (3). Показано также, что адсорбированный воздух чрезвычайно трудно удаляется в процессе дезаэрации (3).

Воздушные микровключения в глине, образующие род газовой эмульсии, неравномерно распределенной в вязкой среде глинистого вещества, рассматриваются как компонент, нарушающий связность и понижающий пластичность глины (4, 5). Противоположное мнение отводит воздушной фазе роль смазки, понижающей трение между твердыми частицами (3, 6), что косвенно стоит в соответствии с экспериментальными данными, не обнаружившими повышения пластичности при дезаэрации (7). Деаэрация при этом производилась, однако, без диспергирования с большой массой глины, что могло привести к недостаточному удалению воздуха и, как следствие, к ошибке опыта.

Нами изучалось влияние дезаэрации на пластичность монтмориллоновой глины Кучинского месторождения. Деаэрация производилась на вакуум-прессе при разрежении 300—700 мм рт. ст. Полнота дезаэра-

ции достигалась многократным продавливанием массы через перфорированную решетку, помещенную в вакуум-камеру пресса.

Для определения количества воздуха в деаэрированной глине использовался прибор Спэрриера (8), основанный на выделении воздуха в момент распускания пластичной массы в воде под действием вакуума.

Рис. 1 показывает зависимость объемного содержания воздуха в глине (в процентах по отношению к первоначальному объему неразрушенного образца) от величины разрежения в вакуум-камере.

Пластичность (n) определялась по методу шаров П. А. Земятченского (9). Шары ($d = 4,6$ см) геометрически точно вырезались из пластичной деаэрированной массы с помощью полого металлического цилиндра без нарушения структуры.

Ввиду того что указанный метод чрезвычайно чувствителен к изменению влажности и содержанию воздуха в исследуемой массе, глина, поступающая из вакуум-камеры, хранилась под слоем (1,5—2 см) нейтрального масла, препятствующего испарению влаги и адсорбции атмосферного воздуха.

Рис. 2 показывает резкое увеличение пластичности с повышением степени вакуума и падением содержания воздуха в массе. Прямолинейный участок кривой 2 указывает на прямую зависимость между количеством микродисперсного воздуха, прилипше-

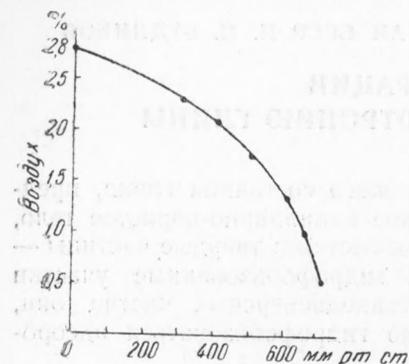


Рис. 1. Влияние степени вакуума на содержание воздуха в кучинской глине

го к гидрофобным участкам поверхности твердой фазы, и пластичностью всей системы. Эта экспериментально определенная зависимость позволяет ввести новую условную количественную характеристику увлажненной до пластичного состояния глины, названную нами коэффициентом воздушной гидрофобизации и определяемую по тангенсу угла наклона прямолинейного участка кривой 2 к оси абсцисс ($k = \text{tg } \alpha$). Помимо условий увлажнения, коэффициент воздушной гидрофобизации, несомненно, зависит от природы глины и ее гранулометрического состава.

Механизм резкого увеличения пластичности при удалении адсорбированного и микродисперсного воздуха должен быть рассмотрен с точки зрения повышения гидрофильности твердой фазы. Отдельные участки поверхности твердых частиц, лишаясь газовой оболочки, становятся ненасыщенными и, обладая свободным силовым полем, связывают дополнительное количество воды, молекулы которой ориентируются по отношению к частице в виде сольватного слоя. Дополнительная сольватация и является основной причиной повышения пластичности.

Сказанное не распространяется на высокое содержание воздуха в массе (рис. 2, 2), так как при этом нарушается отмеченная выше прямолинейная зависимость, и увеличение пластичности с повышением степени деаэрации, более замедленное, чем при высоком вакууме, проис-

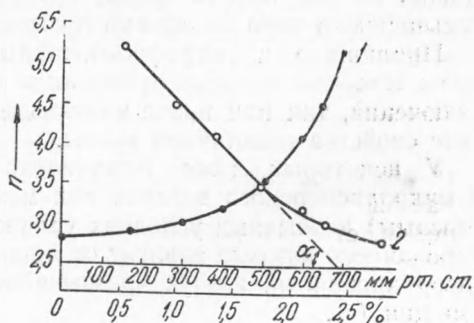


Рис. 2. Зависимость пластичности кучинской глины: 1 — от степени вакуума; 2 — от содержания воздуха

ходит, повидимому, в основном за счет удаления механически захваченного при увлажнении макродисперсного воздуха, физически нарушающего связность массы.

Параллельно изучению пластичности деаэрированной глины проводилось исследование ее тиксотропии, так как генезис последней тесно связан с характером водной оболочки глинистых частиц. Измерение тиксотропного упрочнения производилось на приборе А. И. Августиника⁽¹⁰⁾ и рассчитывалось по относительному приращению нагрузки (τ %), необходимому для погружения металлической полусферы ($r = 2,5$ мм) в пластичную глину на одинаковую глубину через каждые сутки. С целью создания постоянства условий опыта момент контакта полусферы с глиной определялся электрически.

Из рис. 3 видно, что тиксотропное упрочнение глины независимо от деаэрации практически прекращается через 72 часа с момента начала вылеживания, однако по абсолютной величине оно гораздо меньше для деаэрированной глины при высоком вакууме (700 мм рт. ст.), чем для недеаэрированной, в пределах приблизительно одинаковой влажности и постоянной температуры.

Пониженная способность глубоко деаэрированной глины к тиксотропному упрочнению может быть объяснена увеличением толщины водной прослойки между частицами при гидрофилизации твердой фазы.

В недеаэрированной глине сольватные (гидратные) оболочки водной дисперсионной среды прорываются на гидрофобных участках поверхности твердой фазы и в этих участках частицы сцепляются посредством микропузырьков, прилипающих с образованием конечного краевого угла⁽²⁾. Благодаря этому вся система может

приобрести некоторую жесткость и механическую прочность с образованием дополнительной флокуляционной структуры⁽²⁾. Такое структурирование имеет резко выраженный тиксотропный характер (рис. 3, 1).

При увеличении толщины водной прослойки между частицами она с расстоянием теряет прочностные свойства и начинает действовать как истинно-вязкая жидкость. В результате частицы дисперсной фазы оказываются разделенными слоем гидродинамической смазки, а вся система в целом, становясь более пластичной, в значительной мере теряет способность к тиксотропному упрочнению благодаря уменьшению числа структурообразующих элементов в единице объема⁽¹¹⁾.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность акад. П. А. Ребиндеру за интерес к работе и ценные советы.

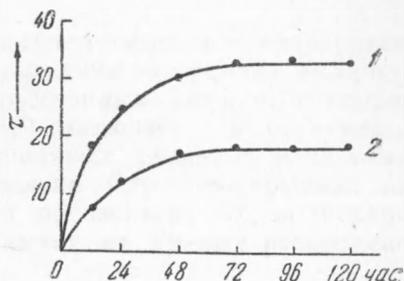


Рис. 3. Кинетические кривые тиксотропного упрочнения: 1 — недеаэрированная кучинская глина ($W = 26,9\%$); 2 — деаэрированная кучинская глина ($W = 27,1\%$) при вакууме 700 мм рт. ст. Температура опыта — $19,5^\circ$

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Н. Фрумкин, Тр. Урало-Кузнецкой сессии АН СССР, 1932; Усп. хим., 4, 987 (1935); ЖФХ, 12, 337 (1938). ² П. А. Ребиндер, Статья в сборн. Роль газов и реагентов в процессах флотации, изд. АН СССР, 1950. ³ T. Garve, Bull. Am. Cer. Soc., 15, 335 (1936). ⁴ H. Straight, Brick and Clay Rec., 87, 40 (1935). ⁵ H. Spurrer, Journ. Am. Cer. Soc., 9, 535 (1926). ⁶ I. Brand, ibid., 5, 35 (1922). ⁷ F. Gareis, Arch. Eisenhüttenwesen, 12, 511 (1939). ⁸ H. Spurrer, Journ. Am. Cer. Soc., 1, 710 (1918); Cer. Ind., 24, 2 (1935). П. А. Землячский, Тр. ГИКИ, в. 7 (1927). ¹⁰ А. И. Августиник, Тр. сессии ВНИТО о достижениях советской науки в области силикатов, 1949. ¹¹ Н. Н. Серб-Сербина и П. А. Ребиндер, Колл. журн., 9, 384 (1947).

Поступило
16 III 1951