УДК 624.152.61

А.И.МЕНЕЙЛЮК, канд. техн. наук
Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ФОРМИРОВАНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ В ГРУНТЕ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРООБРАБОТКИ

Приведены теоретическая концепция и результаты исследований получения гидроизоляционного слоя на стенках траншеи, заполненной глинистым раствором.

Известно, что если подвергнуть коллоидный раствор воздействию электрического поля, то в нем будут происходить, по крайней мере, два явления: электрофорез, т.е. движение твердых коллоидных частиц к положительному полюсу, и электроосмос, т.е. движение раствора к отрицательному полюсу, даже если на его пути имеется пористая диафрагма.

Анализ исследований отечественных и зарубежных ученых позволил выявить следующее. Одним из известных на сегодня способов улучшения грунтов является их обработка постоянным электрическим током. Можно здесь сослаться на работы Энделя, Газагранде, Шаада и др., которым удалось теоретически и на основе опытов Ройса практически изменить строение глинистых грунтов путем введения в них постоянного электрического тока.

Основываясь на указанных выше исследованиях, была создана рабочая гипотеза. При строительстве способом "стена в грунте" грунтовую стенку траншеи можно представить как пористую диафрагму. Бентонитовый раствор и вода в порах грунта – это как коллоидный раствор, в котором находятся во взвешенном состоянии твердые частички. В данном случае можно предположить следующее. Если в глинистом растворе, находящемся в траншее, разместить отрицательный электрод, а в водонасыщенном грунте рядом с траншеей – положительный, то произойдет интенсивное движение твердых частиц бентонита в сторону анода, а воды – в сторону катода. При этом пристенные слои грунта будут кольматироваться, т.е. уплотняться за счет заполнения пор твердыми частичками, мигрирующими из глинистого раствора траншеи к аноду. Причем самые мелкие частицы после заполнения пор будут образовывать глинистую корку на границе раздела фаз, т.е. на стенках траншеи.

Для проверки этой гипотезы проведены экспериментальные исследования влияния технологии электрообработки на процесс формирования гидроизоляционного слоя. Установки для проведения экспериментов выполняли с учетом существующей технологии возведения противофильтрационных завес способом "стена в грунте". Материалы

для проведения работ подбирали с учетом действующих нормативных документов и рекомендаций НИИСП (г.Киев) и НИИОСП им.Герсеванова (г.Москва).

Для приготовления глинистого раствора использовали бентонитовый глинопорошок. Качество глинистого раствора на всех этапах исследований оценивали, определяя его плотность, водоотдачу, условную вязкость, содержание песка, суточный отстой, стабильность с помощью портативной лаборатории ЛГР-3. Вязкость раствора, характеризуемую его подвижностью, устанавливали с помощью вискозиметра СПВ-5. Стабильность и отстой раствора характеризуют его устойчивость, т.е. способность, оставаясь в покое, не расслаиваться. Суточный отстой раствора определяли в мерном цилиндре объемом 100 $см^3$, стабильность – с помощью стабилометра ЦС-2, содержание песка (степень загрязненности раствора) – с помощью отстойника ОМ-2. Водоотдачу, характеризующую способность раствора отдавать воду, устанавливали с помощью отстойника ВМ-6.

Были исследованы пять факторов, гипотетически влияющих на формирование противофильтрационного слоя. Они характеризуют, с одной стороны, различные технологические режимы, а с другой, – технико-экономические параметры процесса кольматации грунта и образования глинистой корки как противофильтрационного слоя.

В качестве фактора, характеризующего свойства глинистого раствора, была принята его вязкость (η). При этом предполагалось, что в зависимости от величины вязкости раствора будут изменяться в первую очередь толщина глинистой корки и ее противофильтрационные свойства. Напряжение (начальная разность потенциалов U) и время обработки постоянным током (T) являлись основными факторами воздействия на исследуемую систему "глинистый раствор - грунт" в условиях электрического поля. Расстояние между анодом и катодом (a), а также шаг установки анодов в грунте (h) рассматривали с точки зрения технологичности процесса обработки электрическим током и влияния на электрофизические свойства этой системы.

В качестве выходов рассматриваемой системы анализировали толщину слоя глинистой корки на стенках траншеи δ и относительное (в %) изменение величины тока ΔI по сравнению с начальным значением I_0. Исходя из положений электрофизики, предполагалось существование взаимосвязи между процессом формирования глинистой корки и ее электропроводностью, а следовательно, и изменением величины проходящего через нее тока. Такая взаимосвязь широко используется для методов экспресс-контроля качества в различных от-

ıслях техники.

Для проведения эксперимента с пятью факторами (К=5) был выран план Хартли ($На_5$), число опытов в котором не намного больше исла коэффициентов в модели. Одним из критериев оптимальных ланов является минимальное количество опытов. Для осуществления плана $На_5$ необходимо было провести 27 опытов. Как и все композиционные планы, он состоит из ядра, звездных точек и опытов в центре. Целью выполнения опытов ядра являлось определение всех независимых друг от друга коэффициентов при линейных членах и парных взаимодействиях. Этот план имеет хорошие статистические данные и невысокую корреляцию между b_i и b_{ij}.

Полученные экспериментально-статистические модели технологии построены, анализированы и использованы для принятия инженерных решений в нормализованных безразмерных факторах. По результатам экспериментов созданы экспериментально-статистические модели, которые одновременно удовлетворяют двум гипотезам: во-первых, все оценки их коэффициентов значимы (с заданной степенью риска α) и отличаются от нуля, что гарантирует их интерпретацию в инженерном смысле; во-вторых, они адекватно (с заданным риском α_F) описывают инженерную ситуацию в целом.

Конечная модель, характеризующая влияние технологических факторов на толщину глинистой корки (мм), имеет вид

$$\delta=11{,}70+3{,}56X_1+0{,}63X_1X_3+0{,}13X_1X_4-0{,}13X_1X_5+1{,}67X_2-0{,}25X_2X_3+$$
$$+1{,}78X_3-0{,}67X_3^2+0{,}13X_3X_4+0{,}13X_3X_5-0{,}56X_4-0{,}67X_4^2+0{,}13X_4X_5-0{,}28X_5$$

и содержит 16 значимых (α=0,2; t_α=1,282) оценок коэффициентов при ошибке эксперимента $S_Э$=0,342.

Для параметра ΔI получена адекватная модель с 19-ю значимыми коэффициентами:

$$\Delta I=11{,}70+3{,}39X_1+2{,}14X_1^2+0{,}88X_1X_2+0{,}25X_1X_4+1{,}00X_1X_5-0{,}67X_2-$$
$$-1{,}36X_2^2+0{,}25X_2X_3+0{,}25X_2X_4+0{,}50X_2X_5-4{,}22X_3+3{,}64X_3^2+1{,}13X_3X_4-$$
$$-0{,}44X_4-1{,}36X_4^2+1{,}38X_4X_5-0{,}33X_5-1{,}36X_5^2.$$

Анализ результатов проведенных исследований позволил запроектировать интенсивную технологию формирования противофильтрационного экрана в грунте. Она защищена авторским свидетельством на изобретение "Способ сооружения противофильтрационной завесы" (Менейлюк А.И. и др., М., Бюл. изобр., №3, 1990).

Получено 20.01.2000
© Менейлюк А.И., 2000