

## **Анализ причин аварии на циркуляционной насосной станции Минской ТЭЦ-5**

**Никитенко М.И., инженеры Корбут О.Б.,  
Архангельская Т.М.  
(БГПА)**

При выполнении земляных работ по раскрытию котлована циркуляционной насосной станции Минской ТЭЦ-5 11 декабря 1997 года произошла авария: откос котлована потерял устойчивость, вызвав опрокидывание двух, чрезмерный наклон восьми и деформирование угловых секций торцевой подпорной стены (рис.1).

Ограждающие подпорные стены по наружному контуру насосной станции первоначально предусматривалось выполнить методом «стена в грунте» с устройством временных преднапрягаемых буро-инъекционных анкеров для обеспечения устойчивости стен в строительный период. Однако в принятом к производству проекте вместо буро-инъекционных анкеров предложены плитные (по якорному типу). Их устройство предусматривалось в открытом за стеной котловане при последующей засыпке местным грунтом с его послойным уплотнением. Количество ярусов анкеров уменьшено, а анкерование обращенной к откосной части территории торцевой стены по оси Б и нормально примыкающих к ней стен по осям 1 и 10 (рис.2) вообще не предусмотрено.

Изменение конструктивных решений вызвало принятое иной последовательности производства работ с раскопкой грунта по обеим сторонам ограждающих траншейных стен и выполнением водопонижения снаружи станции при помощи иглофильтровых установок. Осушение дна котлована внутри станции намечено открытым водоотливом с устройством фильтрующей гравийной пригрузки откосов. Водопонижение внутри станции предназначалось лишь для уменьшения гидростатического давления на траншейную стену при разработке грунта.

Возникновению аварии на объекте предшествовали малоэффективная работа системы водопонижения снаружи насосной станции и даже отключение насоса. В процессе отрывки траншеи для секции возле угла 1Б произошло обрушение грунта со стенок на дно траншеи в связи с подъемом воды при перерыве в ее откачке. Предусмотренное проектом устройство сверху откоса двух водопонизительных скважин не было осуществлено. При неэффективной работе иглофильтров снаружи стены, отсутствии сверху откоса откачки

воды из глубоких скважин и более интенсивном открытом водоотливе внутри котлована фильтрационный поток имел направленность со стороны откоса к стене. Это благоприятствовало суффозионному размыву грунта за счет гидродинамического давления не только на откосе, но и в зоне заделки стены ниже дна котлована. Выключение из работы насоса и интенсивное повышение уровня воды привело к взвешиванию песчаного грунта и его мгновенному разжижению над водоупором.

Сочетание гидростатического давления оплывшего по откосу разжиженного грунта с гидродинамическим при наличии значительного градиента напора воды привело к потере устойчивости стены, которую не смогли удержать даже временные тяги, приваренные к расположенным сверху откоса трубам циркуляционных водоводов.

Данные дополнительных изысканий с использованием геофизических методов разведки выявили наличие наклонного пласта водоупора в виде моренной супеси по направлению от откоса к подвергшимся обрушению и повороту секциям траншейной стены. Над этим водоупором зафиксирована толща водо-насыщенного песка, перекрытая линзой маловлажного и насыпной песчаной толщей. Такой характер грунтовых напластований не обеспечивал условия защемления стены в водоупор. Откачка воды внутри котлована способствовала повышению градиента напора и воздействию гидродинамического давления (фильтрационных сил) на стену.

Анализ проектных решений заанкеренных ограждающих траншейных стен с водопонижением в период строительства и производством земляных работ при устройстве анкерных креплений свидетельствует о не безупречности принятого к реализации варианта. Нерациональна конструкция анкеров якорного типа, вызвавшая необходимость раскопки грунта и их обратной засыпки под защитой водопонижения. Неудачно сочетание закрытого снаружи и открытого внутри станции способов откачки воды.

Сказались также недостатки использованных предпосылок при расчетах устойчивости стен в строительной и эксплуатационный периоды. В частности, это связано с несовершенством предписаний существующих нормативных документов и принятых методов расчетов, согласно которым учитывается давление грунта на подпорные стены в активном состоянии, т.е. минимальное. Возникающее при наличии смещения стены в сторону котлована. В действительности, при отсутствии такого смещения действует более высокое давление в состоянии покоя, а при передаче на стену усилий преднапряжения –

даже его повышенное значение. Принимаемый в расчетах коэффициент перегрузки для активного давления грунта не компенсирует неучтенного фактически повышенного напора. Помимо этого, несовершенство предусматриваемых нормативными документами расчетов устойчивости подпорных стен связано с отсутствием аналитических зависимостей по учету переменного во времени гидродинамического давления в связи с изменением гидравлических градиентов напора воды.

Для ликвидации последствий аварии и обеспечения безопасной эксплуатации циркуляционной насосной станции Минской ТЭЦ-5 кафедрой «Геотехника и экология в строительстве» рекомендовано:

- выполнить крепление при помощи буро-инъекционных свай с прижимными ростверками двух фундаментов под стойки эстакады у бровки откоса;

- выполнить крепление откоса за счет пригрузки его основания, армирования отсыпаемого грунта при помощи укладки бракованных железобетонных плит, а также нагелирования склона с устройством защитного бетонного покрытия и укладкой в бетон арматурных сеток;

- выполнить дополнительную защиту от коррозии анкерных тяг путем обсыпки их песчано-цементной смесью;

- для уменьшения бокового давления грунта на подпорные траншейные стены при сохранении предусмотренного проектом количества анкеров осуществить с тыльной стороны стен обратную засыпку стабилизированной смесью из песка и цемента.

#### **Выводы:**

Авария на циркуляционной насосной станции Минской ТЭЦ-5 была обусловлена комплексом факторов, основными из которых являются:

- мощное воздействие гидродинамического давления (фильтрационного напора) на стены за счет большого градиента при резком отключении водопонизительной системы и вызванное этим мгновенное фильтрационное разуплотнение (переход в текучее состояние) от взвешивания при резком подъеме воды;

- отличие геологических и гидрогеологических условий на участке аварии от полученных в результате исходных изысканий при ограниченном их объеме;

- несовершенство существующих нормативных документов, в которых отсутствуют рекомендации по учету гидродинамических сил в расчетных зависимостях.

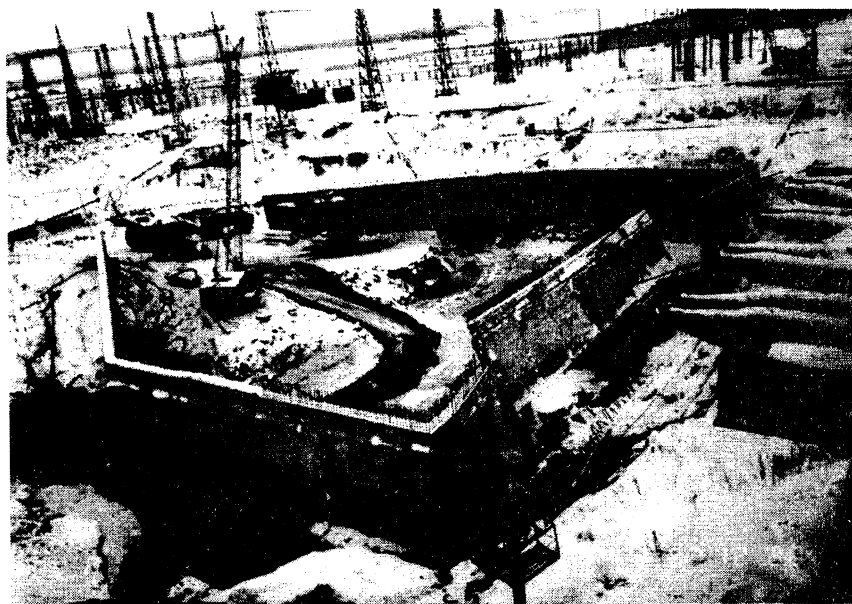
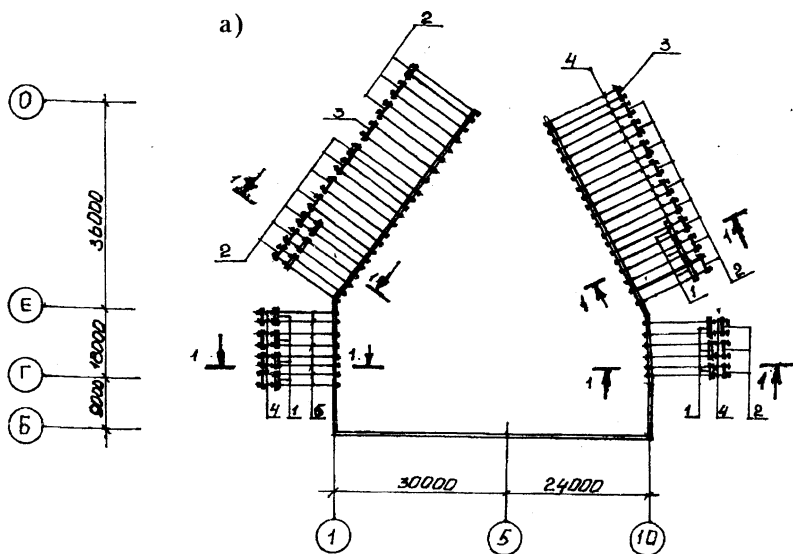


Фото 1

Вид на ограждающую стену после аварии. (рис.1)



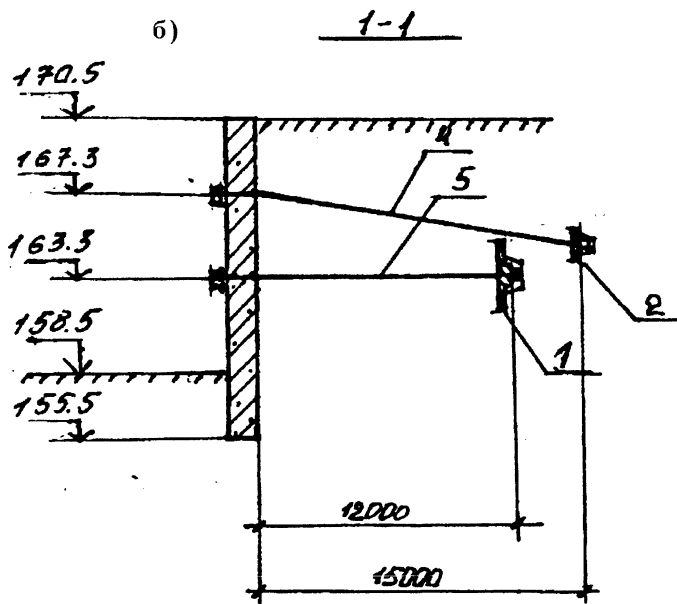


Рис.2. Устройство постоянных анкеров: а) – схема расположения,  
 б) – разрез  
 1, 2, 3 – плиты анкерные, 4, 5 – анкерные стержни

## Применение пленочных диафрагм в плотинах из грунтовых материалов

Минчукова М.Е.,  
 (БГПА)

Проблема улучшения свойств грунтов является наиболее актуальной и перспективной при строительстве сооружений с использованием дешевых местных строительных материалов, особенно в области гидротехнического и дорожного строительства при возведении насыпей, дамб, плотин, подпорных стенок и т.д.

В настоящее время широкое распространение в зарубежной и отечественной практике строительства получило направление по улучшению свойств грунта с помощью его укрепления различными