

УДК 624.131.7:624.048

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНЪЕКЦИОННОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ НАСЫПНОГО ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ КОМПЛЕКСА НАКЛОННОЙ СЕПАРАЦИИ

Попова Е. О., студент группы ФПс-121, V курс

Соколов М. В., аспирант

Научный руководитель: Простов С. М., д.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово, Россия

Объект исследований располагается на территории Краснобродского угольного разреза в пределах одного геоморфологического элемента и характеризуется сложным рельефом.

На рассматриваемой площадке литологический разрез на глубине от 8 до -20м представлен современными техногенными насыпными грунтами в виде смеси дресвы, щебня, глыб, супесчаного и песчаного материала, плотно укатанными, а с глубины 1м – насыпным суглинком с дресвой и щебнем. В соответствии с ГОСТ 20522-96 грунты определяются одним инженерно-геологическим элементом ИГЭ-1.

При проведении работ на поверхности площадки в северо-восточной части выявлены закрытые трещины (трещины отрыва), свидетельствующие о частичном смещении грунтовых масс в сторону незакрепленного откоса грунтовой насыпи.

Ниже приведены некоторые результаты проведенного геомеханического анализа.

Прогнозирование напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтовых оснований сооружений осуществлено с помощью программного комплекса «Alterra» [1]. Первый этап моделирования грунтового основания галереи № 11 был направлен на прогнозирование вертикальных оседаний земной поверхности вдоль продольной оси комплекса при различных технологических параметрах закрепления и реальных грунтовых условиях, включая зоны разуплотнения (рис. 1).

В результате моделирования получен график распределения вертикальных смещений, представленный на рисунке 2.

Из результатов расчетов следует, что преимущественно оседания Δh имеют максимальные значения на интервалах, расположенных над зонами разуплотнения: в диапазонах в $L_i/L_{общ} = 0,3...0,4$ и $L_i/L_{общ} = 0,6...0,7$. Основываясь на предельно допустимой величине оседания $\Delta h_{пред} = 14$ см, предложенная схема закрепления позволяет достичь требуемой устойчивости сооружения.

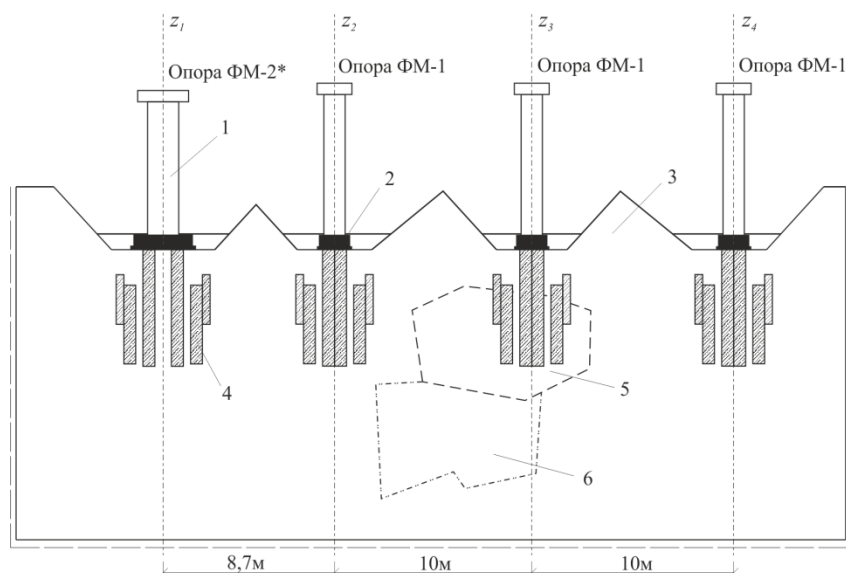


Рис. 1. Схема общей базовой модели галереи № 11:

1 – тело опоры; 2 – плитный фундамент; 3 – однородный грунтовый массив;
4 – зоны закрепления; 5 – зона разуплотнения № 1; 6 – зона разуплотнения № 2

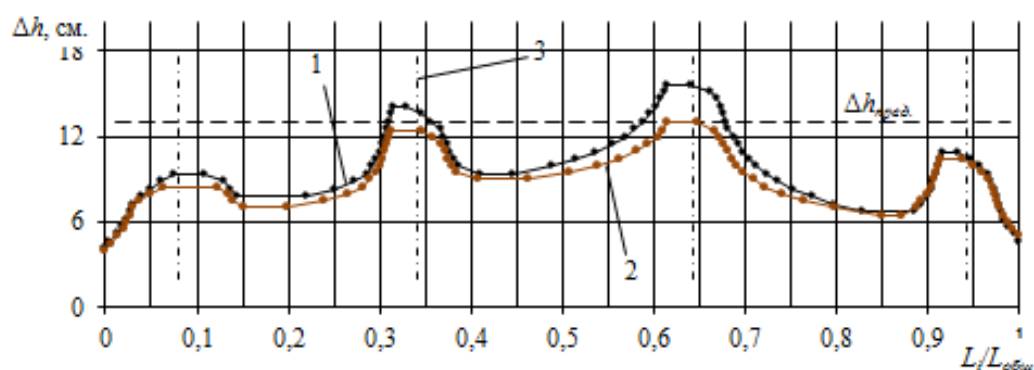


Рис. 2. Распределение вертикальных оседаний Δh вдоль оси:

1 – при естественном основании; 2 – при закреплении по утвержденной схеме; 3 – оси симметрии фундаментов, $L_{общ} = 33,05$ м

Сравнительный анализ показал эффективность предлагаемого по проекту искусственного основания: снижение осадки в диапазоне $L_i/L_{общ} = 0,6 \dots 0,7$ составило более 17% по отношению к первоначальным показателям, при среднем значении вдоль оси комплекса 11,2%. Вместе с тем, поскольку на данном интервале оседания близки к предельно допустимым, целесообразно детализировать исследования в этой части объекта [2].

Второй этап моделирования был направлен на формирование базы данных для анализа напряженно-деформированного состояния потенциально наиболее аварийной опоры галереи. Для оценки состояния грунтового основания в связи с особенностью приложения нагрузки к фундаменту, моделирование производилось в продольном и поперечном сечениях. Схемы базовых моделей грунтового основания опоры представлены на рис. 3.

В продольном направлении (рис. 4, рис.5) распределение напряжений вследствие влияния зон разуплотнения происходит несимметрично с наличием существенных искажений на границах этих зон.

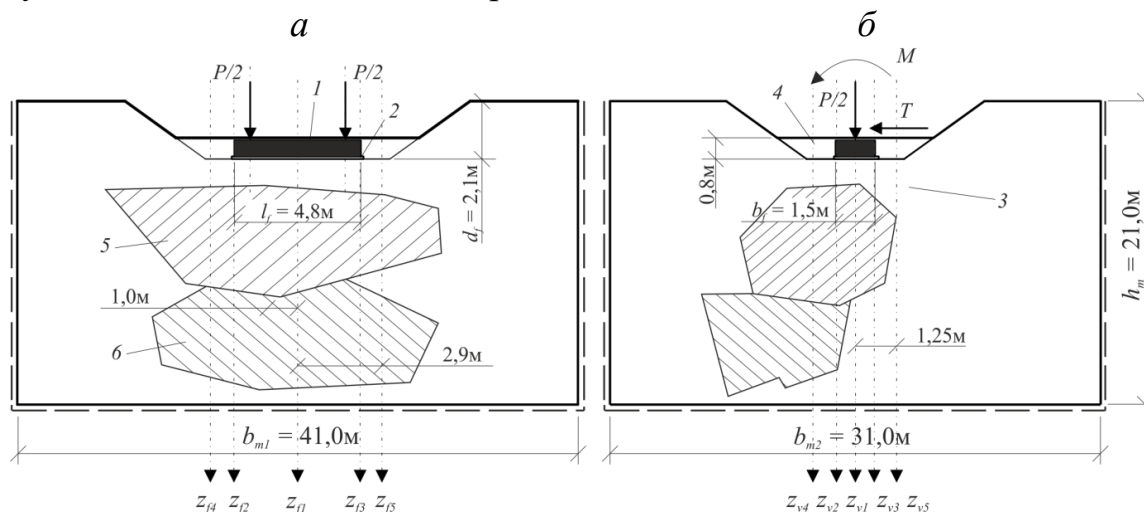


Рис. 3. Схема базовой модели опоры в продольном (а) и поперечном (б) направлениях:

1 – фундамент; 2 – подготовка; 3 – слой, эквивалентный ИГЭ-1; 4 – технологическая засыпка; 5 – зона разуплотнения №1; 6 – зона разуплотнения № 2

Зона концентрации напряжений сохраняется в области под фундаментом, без значительных смещений, а введение в расчет зон закрепления значительно снижает уровень напряжений и площадь области концентрации. Деформации в массиве распределяются неравномерно, преимущественно в границах зон разуплотнения, горизонтальные растягивающие напряжения концентрируются в области под фундаментом. Влияние зон закрепления прослеживается в виде перераспределения деформаций из зоны разуплотнения № 1 в зону разуплотнения №2 и грунтовый массив, значительно снижая величину вертикальных оседаний.

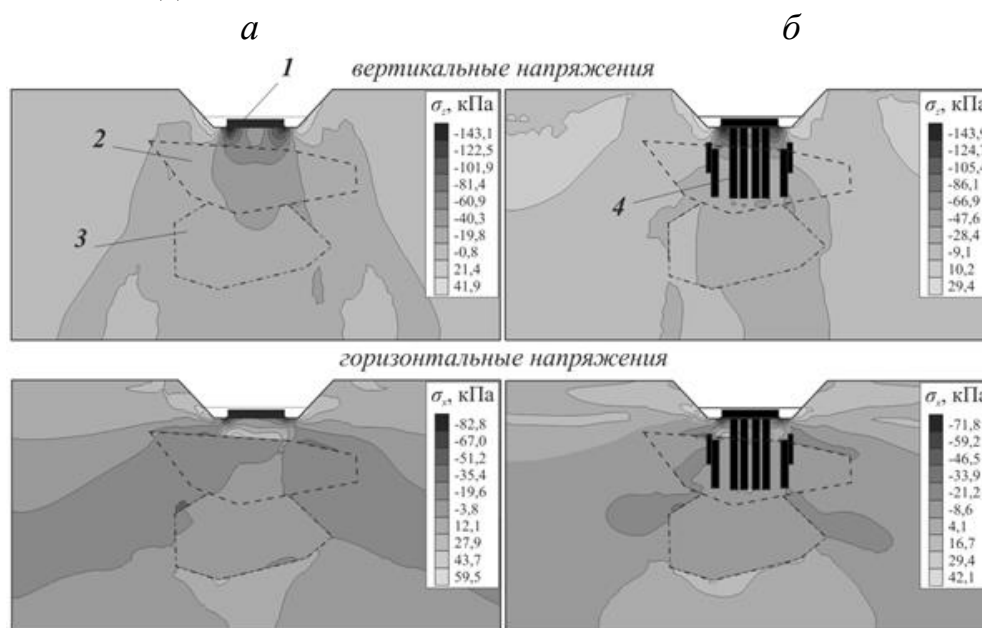


Рис. 4. Распределение напряжений в естественном (а)

и искусственном (б) грунтовом массиве в продольном направлении:
1 – фундамент; 2 – зона разуплотнения №1; 3 – зона разуплотнения №2; 4 –
зоны закрепления

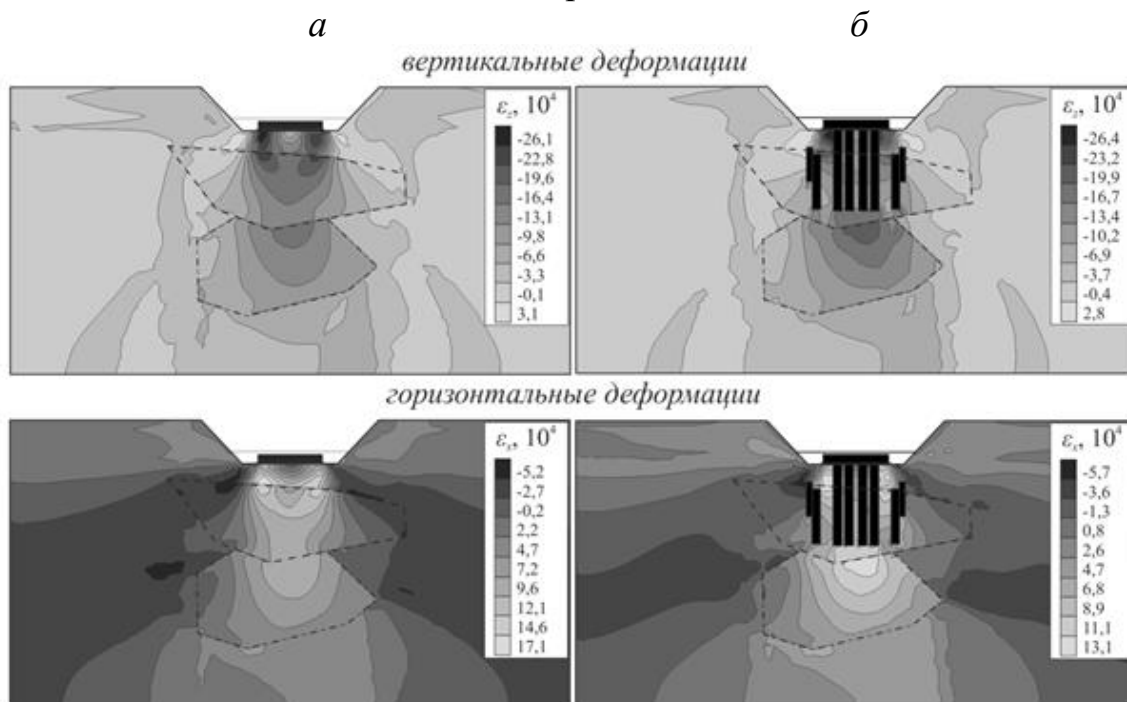


Рис. 5. Распределение напряжений и деформаций в естественном (а) и искусственном (б) грунтовом массиве в продольном направлении:
1 – фундамент; 2 – зона разуплотнения №1; 3 – зона разуплотнения №2; 4 –
зоны закрепления

Часть результатов анализа распределения вертикальных напряжений
вдоль основных осей $z_1 \dots z_5$ представлены на рис. 6.

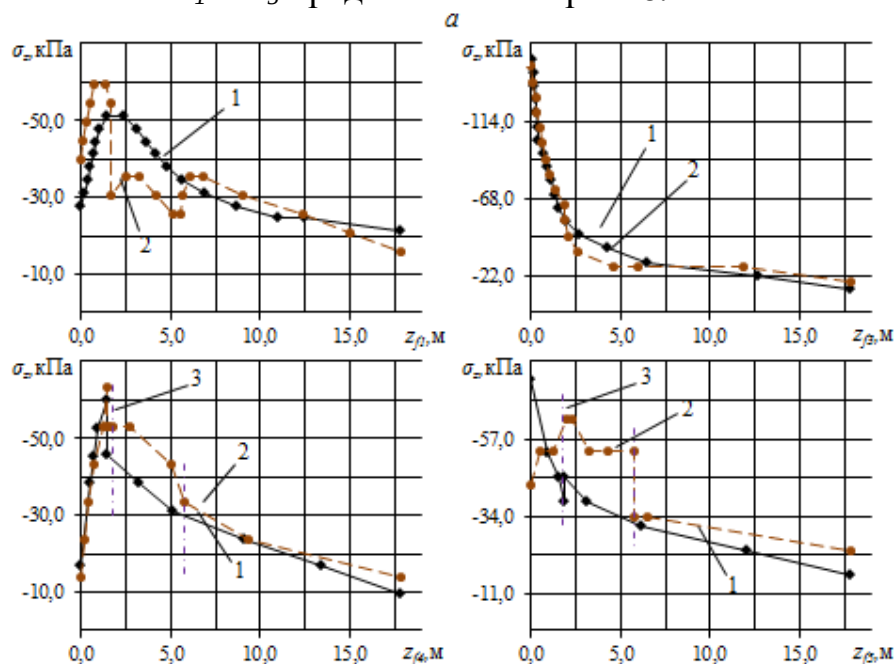


Рис. 6. Зависимости вертикальных напряжений σ_z от глубины модели z_i
в продольном направлении:

1 – естественный массив; 2 – закрепленный массив; 3 – границы зоны закрепления

Некоторые закономерности изменения горизонтальных деформаций представлены на рис. 7.

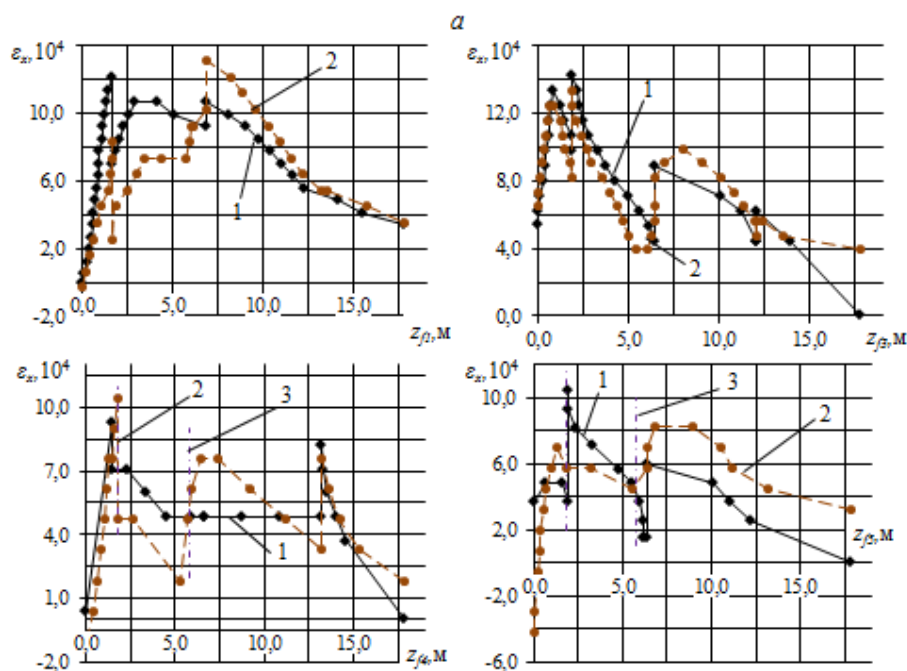


Рис.7. Зависимости горизонтальные деформаций ε_x от глубины модели z_i в продольном направлении:

1 – естественный массив; 2 – закрепленный массив; 3 – границы зоны закрепления

На основе данных моделирования доказана эффективность разработанной ООО «НooЦентр» схемы закрепления, однако с целью достижения наибольшего эффекта рекомендуется располагать дополнительно зоны закрепления в наиболее загруженной части массива при асимметричной нагрузке, погруженные в грунт на глубину зоны разуплотнения № 2. Такой подход позволит перераспределить вертикальные и горизонтальные деформации в более прочный грунтовый массив и снизить осадки фундамента, его крен и поперечные деформации самих зон закрепления.

Список литературы:

1. Соколов, М. В. Анализ влияния горизонтальной нагрузки на напряженно-деформированное состояние искусственных грунтовых оснований сооружений // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов: науч. журнал.– Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова.– Новокузнецк.– 2016.– №2.– С.128-136.
2. Простов, С. М. Анализ напряженно-деформированного состояния укрепляемых грунтовых оснований на основе интегральных критериев / С. М. Простов, М. В. Соколов // Вестник КузГТУ.– 2015.– №6.– С.52-61.