

УДК 624.042

Бинятов Б.П., магистрант гр. АМПС-12, Прокопов А.Ю., д-р техн. наук, проф.
Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону,
Прокопова М.В., канд. техн. наук, доц.
Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОТЛОВАНОВ НА СУЩЕСТВУЮЩИЕ СООРУЖЕНИЯ И ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

При строительстве новых зданий, сооружений различного назначения, в том числе транспортных, энергетических, гидротехнических и др., очень важно определить зону взаимного влияния новых и существующих объектов. При этом важны не только результаты взаимного влияния объектов на период завершения их строительства и длительной эксплуатации с учетом возможного изменения гидрогеологических, инженерно-геологических, климатических, техногенных условий, но и оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтового массива и конструкций самих объектов на всех стадиях строительства.

Иногда наиболее опасным с точки зрения поддержания устойчивого состояния и возникновения наихудшего НДС взаимовлияющих объектов является незавершенное строительство, а именно стадия отрывки котлована, когда в основании близлежащих зданий и сооружений возникают дополнительные напряжения и деформации, связанные с образованием вертикальных или слабонаклонных стен котлована и формированием опасных сдвигающих напряжений. Особенно неблагоприятные условия для работы существующих фундаментов или инженерных коммуникаций создаются в тех случаях, если глубина котлована сопоставима или превышает их глубину заложения.

В таких случаях необходимы расчеты взаимного влияния с учетом, так называемой «истории сооружения», т.е. предусматривающие разные стадии строительства, включая:

- сформировавшееся НДС массива от существующих зданий, к началу отрывки котлована, при котором, как правило, осадки грунтов стабилизированы и грунт находится в консолидированном состоянии;
- НДС грунтового массива и существующих зданий на стадии отрывки котлована, при котором могут возникать дополнительные напряжения и деформации, вплоть до формирования поверхностей скольжения и обрушений стенок котлована и разрушения зданий в зоне влияния котлована;

– НДС при взаємном впливнн существующих и новых зданий (сооружений) в момент завершения строительства последних и передачи максимальной нагрузки на основание построенных объектов.

Часто при проектировании новых объектов специалисты выполняют обследование зоны влияния нового строительства и определяют здания и сооружения, для которых необходим детальный расчет взаимовлияния. Однако, при этом забывают учесть проложенные и эксплуатируемые коммуникации, которые, как правило, находятся на небольших глубинах и попадают в зону наиболее неблагоприятного влияния на стадии отрывки котлована. К таким объектам относятся газопроводы, водопроводы, теплотрассы, канализационные и другие коллекторы и др.

Рассмотрим оценку взаимного влияния строящейся опоры высоковольтной ЛЭП и существующего газопровода. Фундаменты опоры ЛЭП возводятся в открытых котлованах глубиной около 3 м, при этом откосы котлована не крепятся. В непосредственной близости от котлована проложен действующий газопровод диаметром 325 мм на глубине 1,3 м

Для оценки влияния возведения опоры ЛЭП на существующий газопровод разработана конечно-элементная модель, на которой определены параметры НДС грунтового массива и трубопровода под действием заданных нагрузок. Усложняет задачу сильно пересеченный рельеф местности, вследствие чего газопровод находится выше по склону относительно котлована. Геометрические параметры котлована для устройства столбчатого фундамента опоры ЛЭП приведены на рис. 1.

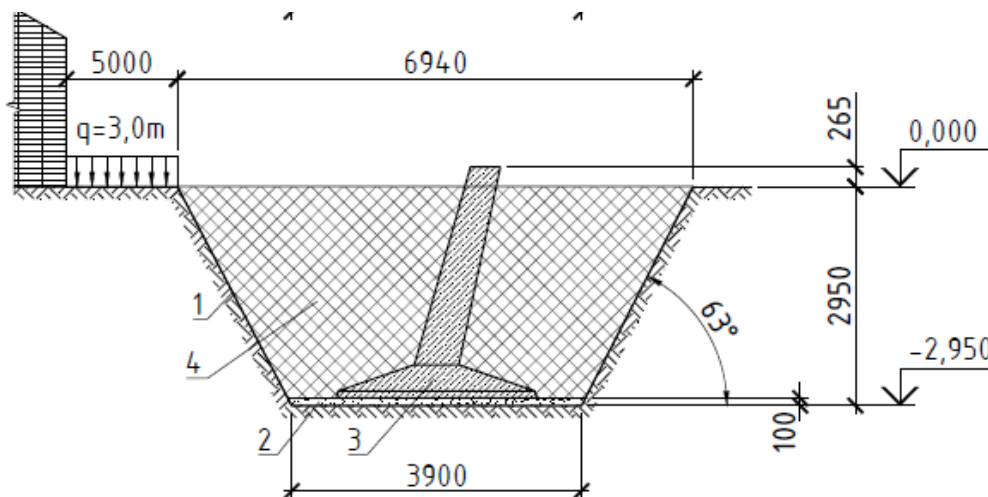


Рис. 1. Геометрические параметры котлована для возведения фундамента опоры ЛЭП: 1 – естественные откосы котлована; 2 – песчаная подушка; 3 – столбчатая опора ЛЭП; 4 – грунт обратной засыпки

Модель построена с учетом рельефа (склон 3:13), принятого по данным топографической съемки и физико-механических характеристик грунтов, принятых по результатам инженерно-геологических изысканий.

Основание фундамента опоры ЛЭП и газопровода сложено галечником с суглинистым заполнителем (45%) со следующими характеристиками: $\rho = 2 \text{ г/см}^3$; $C = 1 \text{ кПа}$; $\varphi = 37,9^\circ$; $E = 30 \text{ МПа}$.

Учитываемые при моделировании нагрузки:

- равномерно распределенная временная нагрузка по верху котлована $q = 3 \text{ т/м}$.
- давление под подошвой фундамента опоры ЛЭП: $P_{\max} = 174 \text{ кПа}$, $P_{\min} = 58 \text{ кПа}$;
- собственный вес газопровода.

Моделирование выполнено с учетом истории возведения сооружений в 2 стадии:

1-я стадия – определение напряжений и деформаций на стадии прокладки газопровода;

2-я стадия – определение дополнительных деформаций после отрывки котлована и возведения фундамента и опоры ЛЭП, т.е. оценка влияния нового строительства на существующий газопровод.

Изополя вертикальных и горизонтальных деформаций на 1-й стадии приведены соответственно на рис. 2 и 3; на 2-й стадии – на рис. 4 и 5.

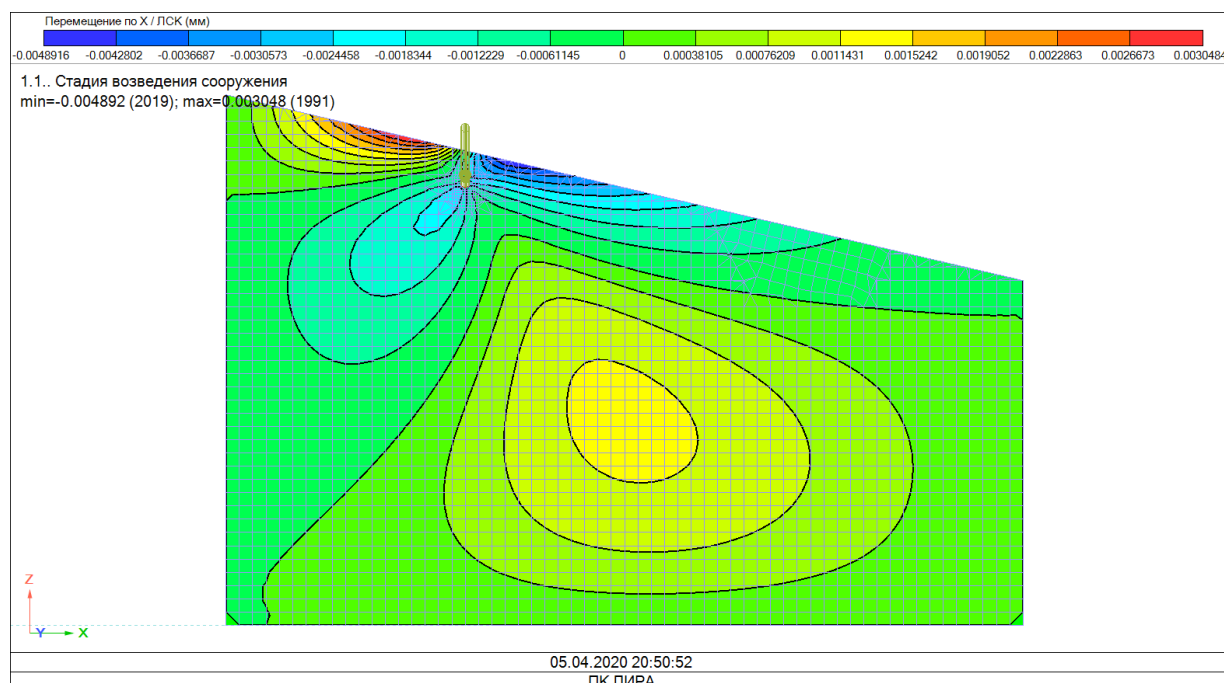


Рис. 2. Изополя горизонтальных перемещений на 1-й стадии моделирования (сооружение газопровода)

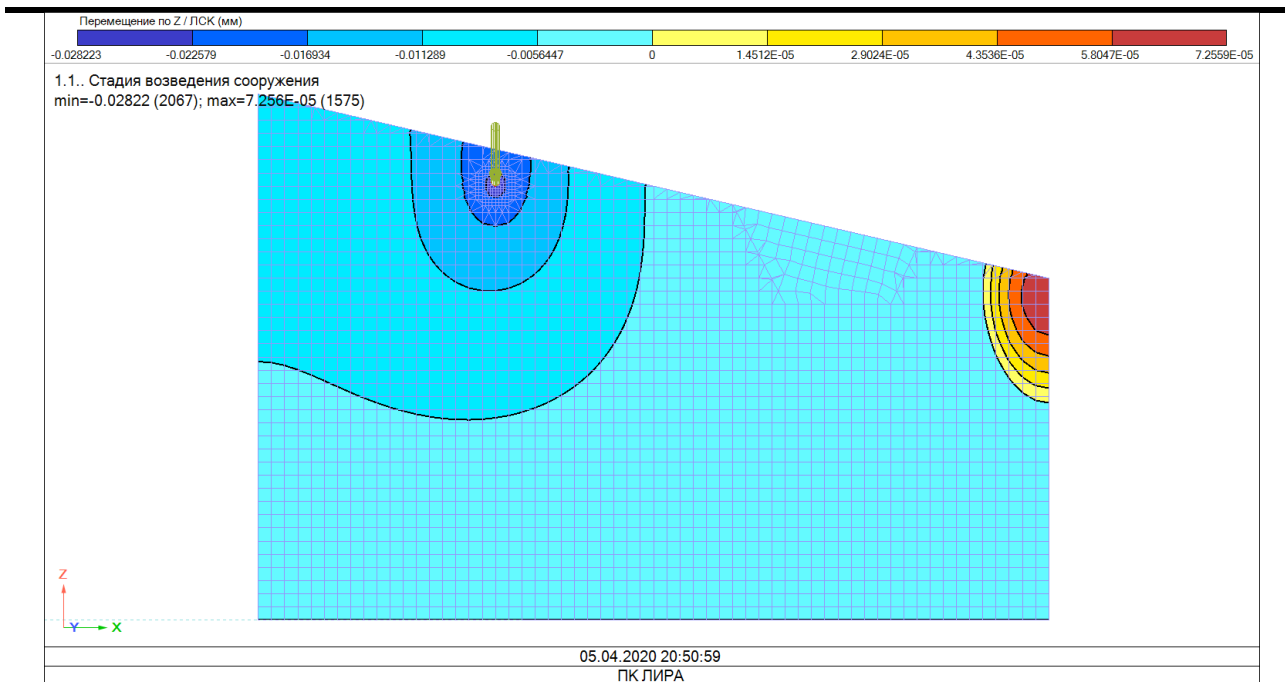


Рис. 3. Изополя вертикальных перемещений на 1-й стадии моделирования (сооружение газопровода)

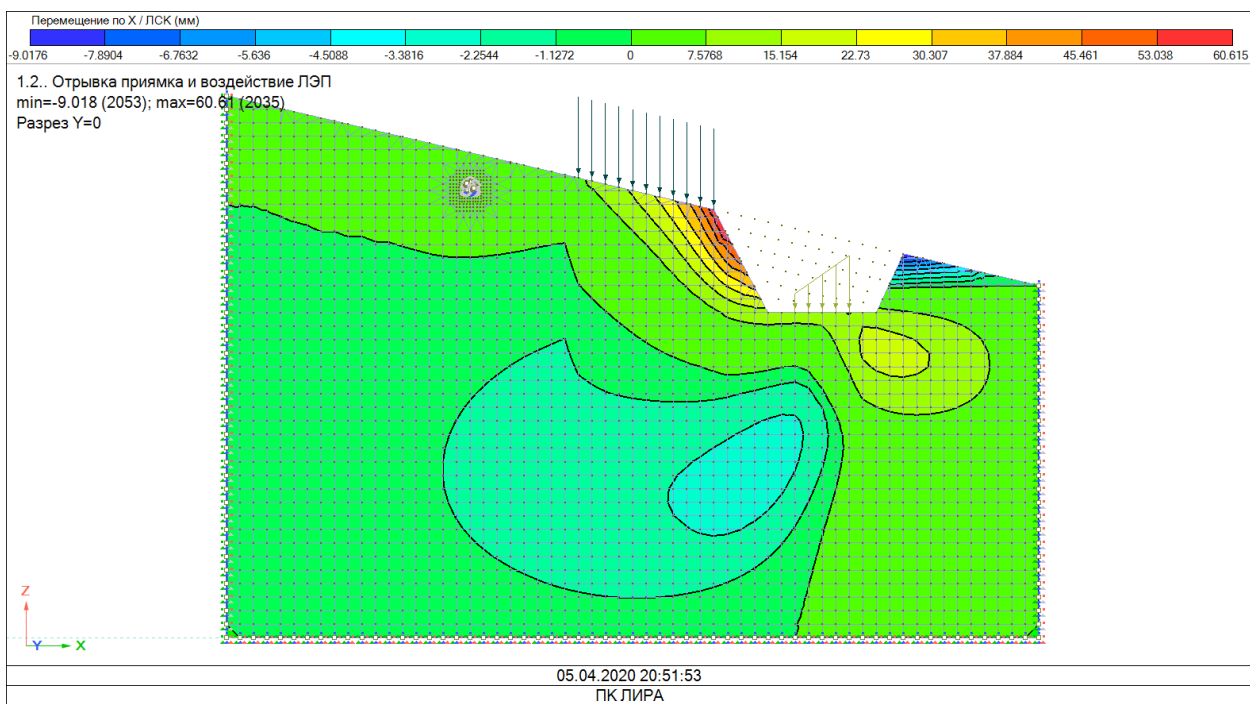


Рис. 4. Изополя горизонтальных перемещений на 2-й стадии моделирования (отрывка котлована с монтажом фундамента опоры ЛЭП)

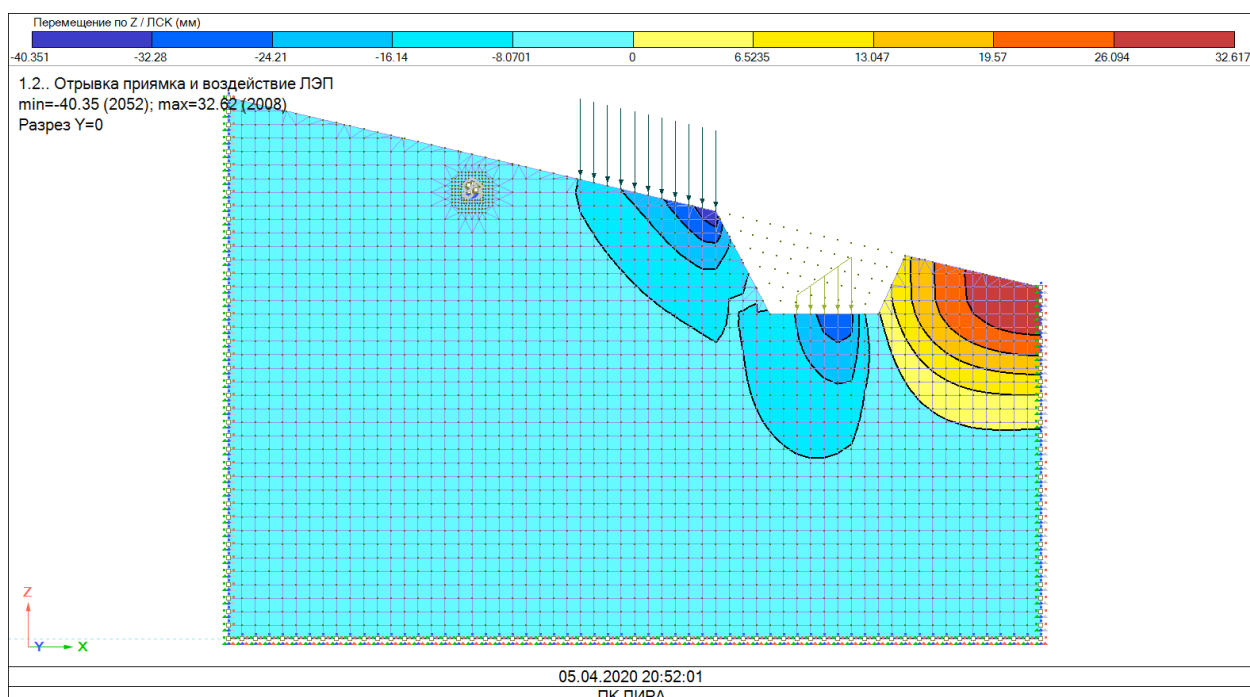


Рис. 5. Изополя вертикальных перемещений на 2-й стадии моделирования (отрывка котлована с монтажом фундамента опоры ЛЭП)

На основании моделирования получены значения дополнительных вертикальных и горизонтальных деформаций, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Максимальные значения дополнительных деформаций

Наименование сооружения	Максимальные дополнительные деформации, возникающие в основании газопровода после отрывки котлована и монтажа опоры ЛЭП (с учетом временных нагрузок), мм		Соответствие допустимым нормам
	по оси Z	по оси X	
Газопровод диаметром 325 мм	4,0	3,5	Допустимо

Таким образом, было установлено, что значения дополнительных деформаций грунтового основания и фундаментов существующего газопровода, вызванных новым строительством, не превышают допустимых по СП 22.13330.2016.