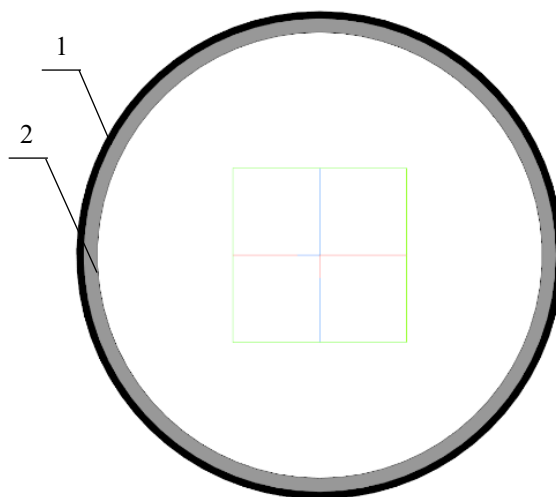


УДК 621.644.073

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕФТЕПРОВОДА «МОЗЫРЬ-БРЕСТ» НА УЧАСТКЕ 289-290 КМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ЕГО УКЛАДКЕ С ОТСТУПЛЕНИЕМ ОТ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ****В.В. СТРИНАДКО***(Представлено: А.Н. Янушонок)*

*В данной работе произведено математическое моделирование процесса производства работ по укладке нефтепровода «Мозырь-Брест» на участке 289-290 км с отступлением от проектных решений в программном комплексе SolidWorks, а также осуществлена оценка его напряженно-деформированного состояния методом конечных элементов.*

Математическое моделирование процесса производства работ по укладке магистрального нефтепровода одним Komatsu PC220 с бровки траншеи, выполнялось в программном комплексе SolidWorks. Первым этапом проведения моделирования является внесение в программный комплекс всех составных компонентов, характеристик материалов, их геометрических параметров и создание трехмерных моделей всех элементов. На рис. 1 представлены основные компоненты, входящие в исследуемую систему, по мере формирования исходных данных и характеристик: заводская трёхслойная полимерная изоляция усиленного типа на основе экструдированного полиэтилена, трубопровод.



**1 – заводская трёхслойная полимерная изоляция усиленного типа на основе экструдированного полиэтилена; 2 – трубопровод**

**Рисунок 1. – Трехмерная модель (вид 1)**

Характеристика изоляции:

– заводская трёхслойная полимерная изоляция усиленного типа на основе экструдированного полиэтилена – 2,5 мм согласно ГОСТ Р 51164-98 [1].

Характеристика трубопровода:

– наружный диаметр – 630 мм;

– толщина стенки трубопровода – 9 мм;

– марка стали трубопровода – 09Г2Б К55 по ГОСТ 31447-2012 [2].

С целью ограничения степеней свободы концов трубопровода, находящегося в траншее, были смоделированы опоры, позволяющие ему свободно перемещаться в трех направлениях: вдоль оси трубопровода, подъем оси трубопровода вверх, поворот оси трубопровода и представлены на рисунке 2. Прилагаемые усилия полотноцем моделировались в виде распределенной нагрузки с заданным усилием.

Сборка в данном случае подготовлена в соответствии с функционалом и программными особенностями SolidWorks Simulation, так как процесс моделирования включает большое количество компонентов, имеющих разные характеристики.

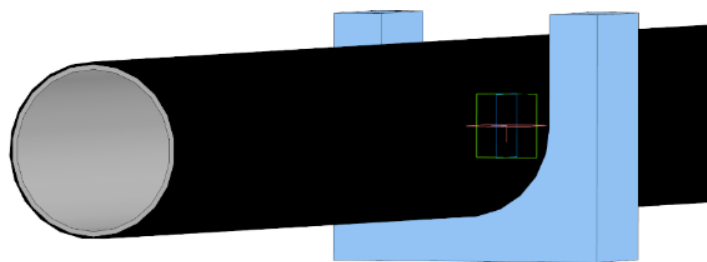


Рисунок 2. – Подготовленная сборка трехмерной модели фиксирующих компонентов

Следующий этап моделирования – это сам процесс «симуляции» напряженно-деформированного состояния системы. В результате выполнения моделирования определены пятна контакта, действующие усилия и, возникающие напряжения и деформации в рассматриваемой системе. При проведении моделирования рассматривалась статическая линейно-упругая изотропная модель взаимодействия компонентов и использовался встроенный решатель FFEPlus, которому позволялось моделировать в том числе и большие смещения элементов модели.

Для определения напряженно-деформированного состояния использовалось сплошное покрытие расчетной модели сеткой с размером ячейки 60 мм. На рис. 3 визуальнo представлен только фрагмент модели трубопровода для лучше визуального восприятия.

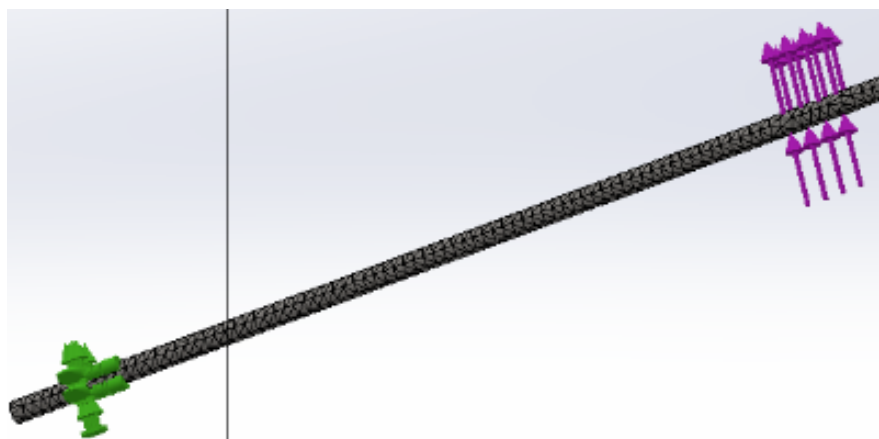


Рисунок 3. – Фрагмент покрытой сеткой модели трубопровода

В результате проведения расчета разработанной модели трубопровода получено распределение нагрузок и напряжений в анализируемых компонентах модели, которые визуальнo представлены на рисунках 4 и 5.

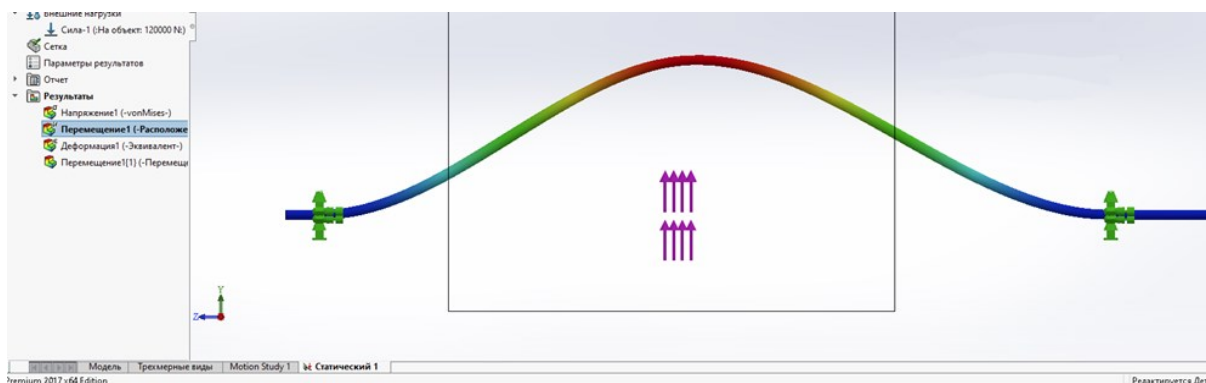
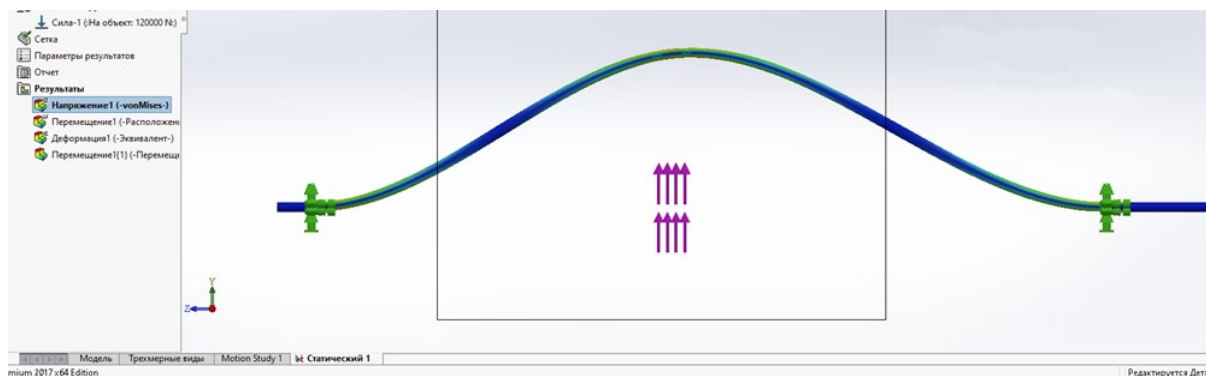


Рисунок 4. – Распределение прикладываемой нагрузки в исследуемых компонентах трубопровода



**Рисунок 5. – Распределение напряжений в исследуемых компонентах трубопровода**

**Заключение.** В процессе работы разработана математическая модель нефтепровода DN 600, участвующего в процессе укладки его в траншею. В результате анализа полученных данных выявлено распределение напряжений в металле нефтепровода, которые не превысили нормативных значений. Следовательно, выполнение работ по укладке нефтепровода с такими отступлениями от проектных решений допустимо и не должно сказаться на безопасности дальнейшей эксплуатации нефтепровода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии [Текст]. – Введ. 1999-07-01. – М.: ГОССТАНДАРТ РОССИИ, 1998. – 46 с.
2. ГОСТ 31447-2012. Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия [Текст]. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартиформ, 2013. – 37 с.
3. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации [Текст]: руководство / А.А.Алямовский. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 562 с.
4. Dassault Systemes. Новые возможности SolidWorks 2019 [Текст]: компьютерная литература /Dassault Systemes. – USA: Waltham: Dassault Systemes (DS) SolidWorks Corp, 2019. – 242 с.
5. Бате, К. Численные методы анализа и метод конечных элементов [Текст] / К. Бате, Е. Вилсон; пер. с англ. А.С. Алексеева и др.; Под ред. А.Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1982. – 448 с., ил. – Перевод изд.: Numerical methods in finite element analysis / К. – J. Bathe, E.L. Wilson (1976).
6. Голованов, А.П. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций [Текст] / А.П.Голованов, О.Н. Тюленева, А.Ф. Шигабутдинов. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 392 с.