

УДК 625.723

Каськів В.І., канд. техн. наук, Каськів С.В., Прокопчук Н.А.

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
ВИСОКОГО НАСИПУ ВІД РІЗНИХ МОДЕЛЕЙ ЗОВНІШНЬОГО
НАВАНТАЖЕННЯ**

Анотація. Виконані розрахунки компонентів напружено-деформованого стану високих насипів залежно від виду ґрунту насипу і схеми зовнішнього навантаження, з метою встановити доцільність заміни зовнішнього навантаження еквівалентним шаром ґрунту.

Ключові слова: автомобільна дорога, зовнішнє навантаження, еквівалентний шар ґрунту, напружено-деформований стан, насип, укіс.

УДК 625.723

Каськив В.И., канд. техн. наук, Каськив С.В., Прокопчук Н.А.

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОЙ НАСЫПИ ОТ РАЗНЫХ МОДЕЛЕЙ
ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ**

Аннотация. Выполнены расчеты компонентов напряженно-деформированного состояния высоких насыпей, в зависимости от вида ґрунта насыпи и схемы внешней нагрузки, с целью установить целесообразность замены внешней нагрузки эквивалентным слоем ґрунта.

Ключевые слова: автомобильная дорога, внешняя нагрузка, эквивалентный слой ґрунта, напряженно-деформированное состояние, насыпь, откос.

UDC 625.723

Kaskiv V.I., Cand. Engin. Sci.(Ph.D), Kaskiv S.V., Prokopchuk N.A.

**RESEARCH DEFLECTED OF THE HIGH EMBANKMENT FROM
DIFFERENT MODELS EXTERNAL LOAD**

Abstract. Calculations of the components of the stress-strain state of high embankments, depending on the type of soil mounds and external load circuit in

order to establish feasibility of replacing the external load equivalent to a layer of soil.

Keywords: road, an external load, equivalent soil, stress-strain state, embankment, slope.

Вступ

Основними ґрунтовими спорудами на автомобільних дорогах є насипи. Першочергове значення при їх влаштуванні має стійкість таких споруд, особливо, їх укосів. Практика будівництва й експлуатації автомобільних доріг свідчить про неодноразові випадки деформацій і навіть руйнування високих насипів. Причому, деформації мають місце не тільки на насипах, які знаходяться в несприятливих природно-кліматичних, інженерно-геологічних та гідрологічних умовах, як наприклад, у гірських районах Карпат, на схилах, що схильні до прояву зсувних процесів, але й у порівняно сприятливих умовах рівнини.

Загальна стійкість насипів, як ґрунтових масивів, може бути забезпечена тільки відповідним підбором ґрунтів, раціональним управлінням технологічним процесом їх спорудження та ущільнення, розрахунком оптимальної крутизни укосів, відповідним укріпленням і системою експлуатаційних заходів.

У роботі [1] наведено аналіз нормативних документів і науково-технічної літератури з приводу терміна – “високий насип”, надалі під цим терміном будемо розуміти насипи висотою 6 м і вище, як прийнято у [2], які охоплюють основний діапазон цих споруд на автомобільних дорогах України. Там же авторами були підняті питання одне з яких стосувалось зовнішнього навантаження, яке прикладають при розрахунках стійкості укосів насипів.

У розвиток цих питань було виконано роботу **метою** якої було – дослідити напружено-деформований стан (НДС) високих насипів в залежності від виду ґрунту насипу і схеми зовнішнього навантаження. Акцент було зроблено на схемі зовнішнього навантаження, вид ґрунту і його фізичний стан (консистенція), для суглинистих ґрунтів, розглядали із ціллю встановити характер і закономірність зміни компонентів НДС.

Основна частина

Розрахунки виконували з використанням програмного комплексу SCAD Office. Перед початком розрахунків, з метою оцінки їх адекватності, були виконані дослідження густини сітки, виду граничних умов, параметрів розрахункової схеми основи насипу тощо.

Для розрахунків приймали насипи висотою від 10 м до 14 м. У цій статті наведені результати для насипу 14 м. Як ґрунт насипу приймали: пісок (дрібнозернистий і крупнозернистий); супісок; суглинок (у тугопластичному, напівтвердому і твердому станах).

У якості зовнішнього рухомого навантаження, згідно з рекомендаціями нормативних документів [3, 4], до розрахунків приймали колісне чотиривісне зосереджене навантаження НК-100 і НК-80.

До розрахунків були прийняті наступні схеми зовнішнього навантаження:

- а) контрольний насип, без навантаження;
- б) навантаження НК-80 у формі еквівалентного шару ґрунту по всій ширині насипу;
- в) навантаження НК-100 у формі еквівалентного шару ґрунту по всій ширині насипу (рис. 1);
- г) навантаження НК-80 на відстані 1,0 м від краю колеса до брівки земляного полотна (зупинка на узбіччі) з розподілом тиску від дії коліс:
 - як зосереджених сил;
 - по ширині колеса;
- д) навантаження НК-100 на відстані 1,0 м від краю колеса до брівки земляного полотна з розподілом тиску від дії коліс:
 - як зосереджених сил (рис. 2);
 - по ширині колеса;
- е) навантаження НК-80 на відстані 3,75 м від краю колеса до брівки земляного полотна (рух по крайній сузі) з розподілом тиску від дії коліс:
 - як зосереджених сил;
 - по ширині колеса;
- ж) навантаження НК-100 на відстані 3,75 м від краю колеса до брівки земляного полотна з розподілом тиску від дії коліс:
 - як зосереджених сил;
 - по ширині колеса.

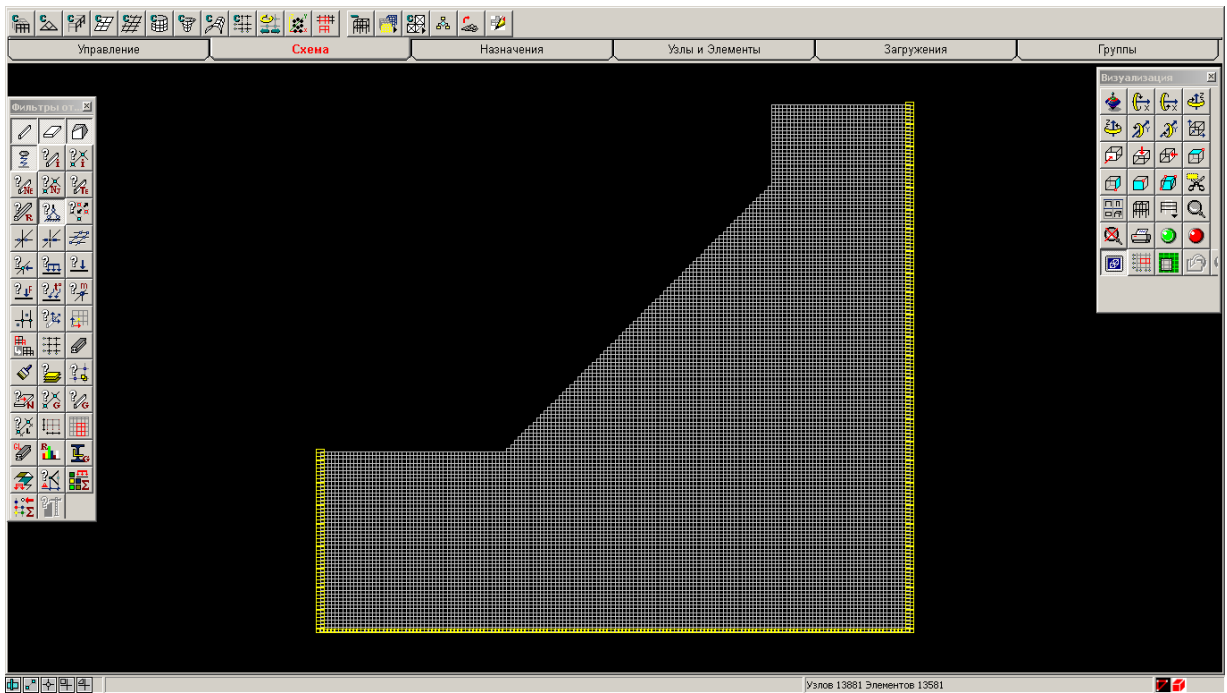


Рисунок 1 – Розрахункова схема, у програмному комплексі SCAD, навантаження НК-100 у формі еквівалентного шару ґрунту



Рисунок 2 – Розрахункова схема, у програмному комплексі SCAD, навантаження НК-100 у формі зосереджених сил

Результати розрахунку компонентів напруженого стану насипу для піску і трьох розрахункових схем наведені на рис. 3 – 11.

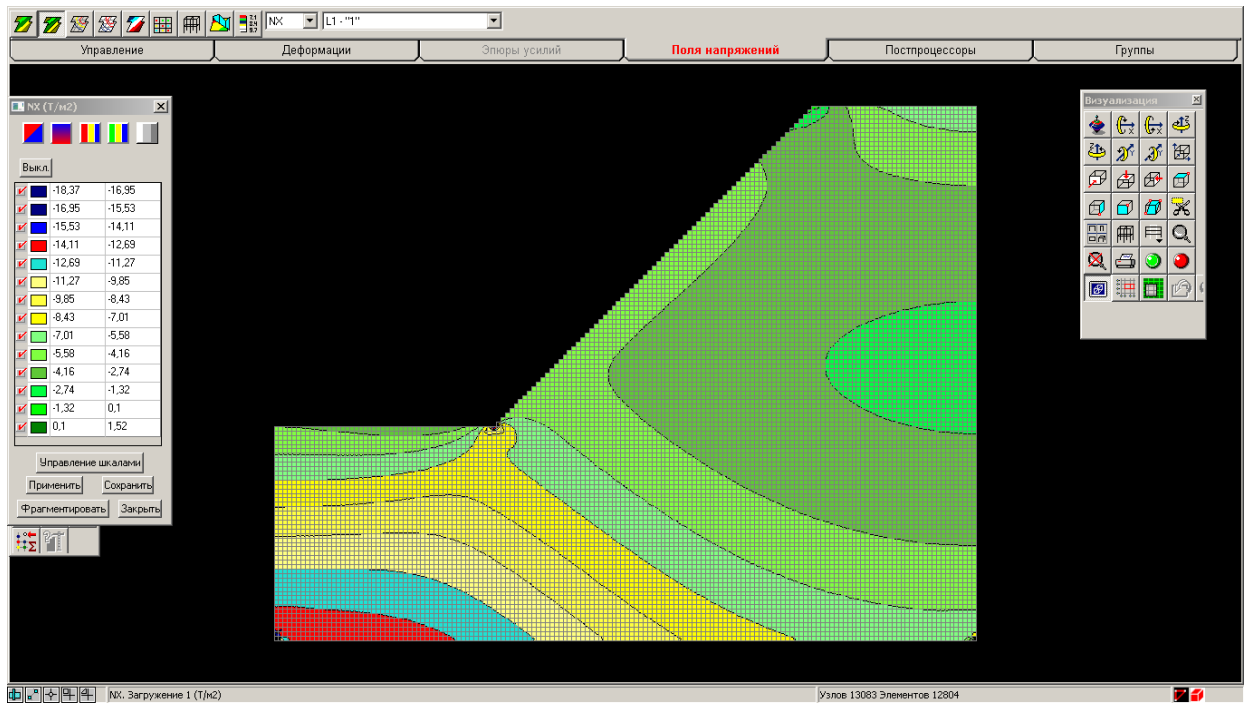


Рисунок 3 – Розподіл нормальних напружень по осі x (контрольний насип)

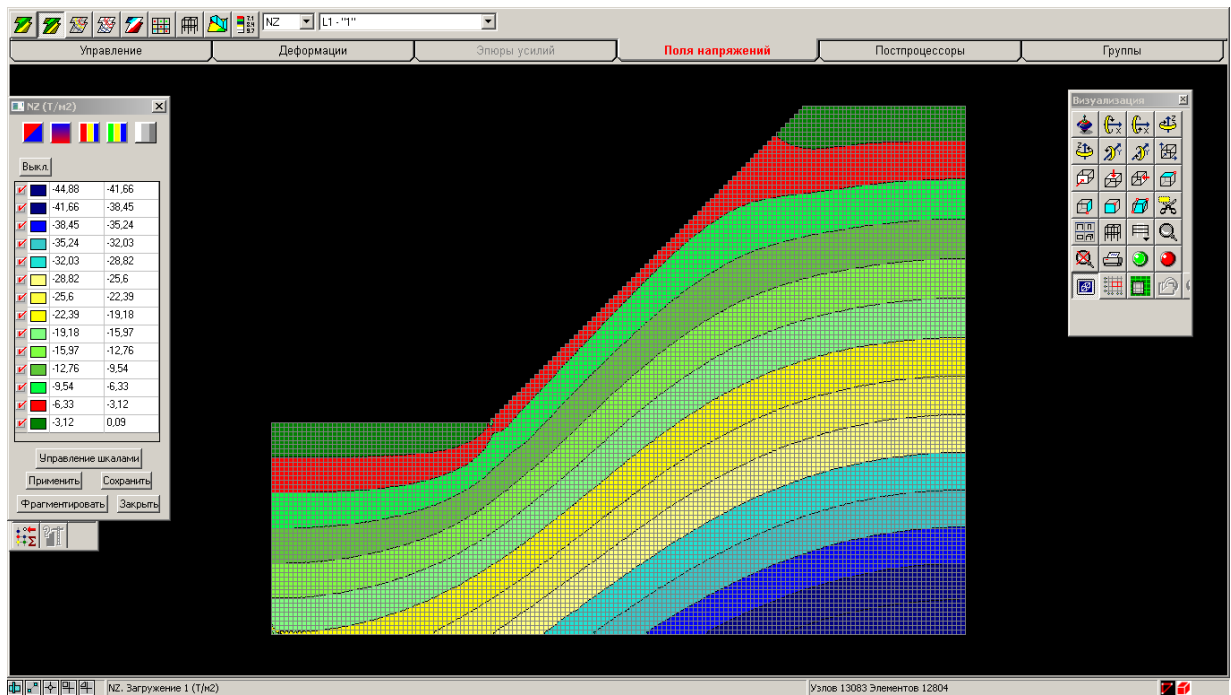


Рисунок 4 – Розподіл нормальних напружень по осі z (контрольний насип)

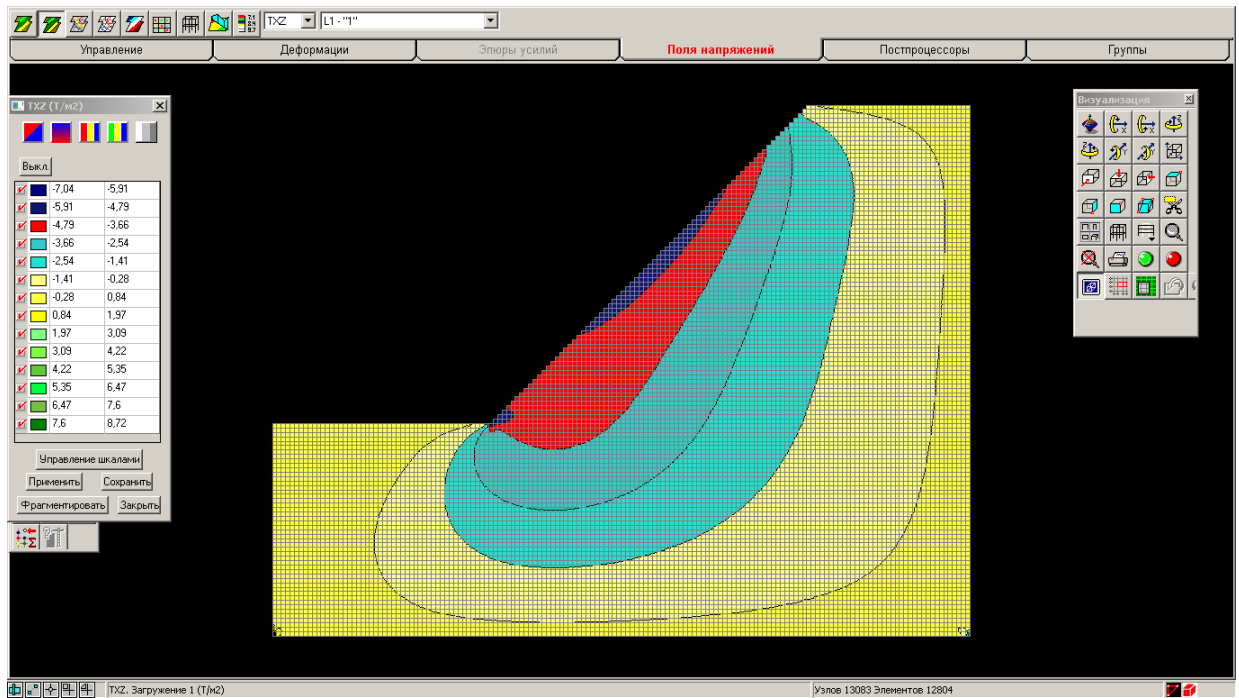


Рисунок 5 – Розподіл дотичних напружень (контрольний насип)

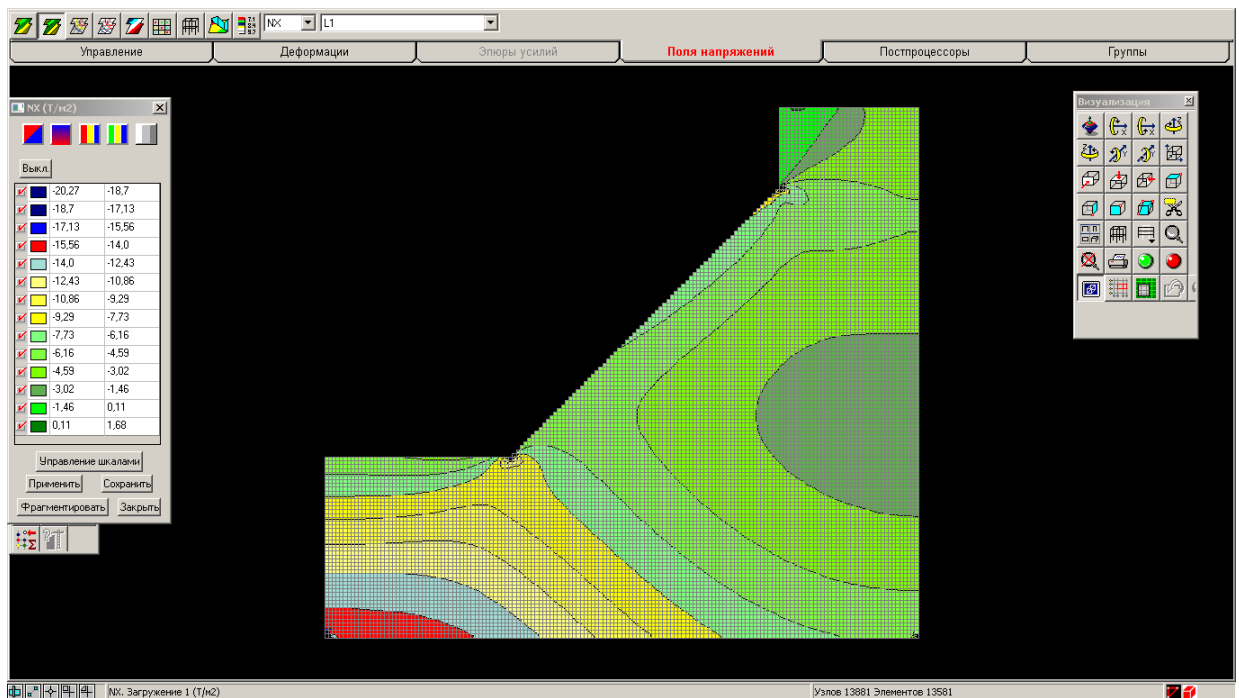


Рисунок 6 – Розподіл нормальних напружень по осі x (навантаження НК-100 у формі еквівалентного шару ґрунту)

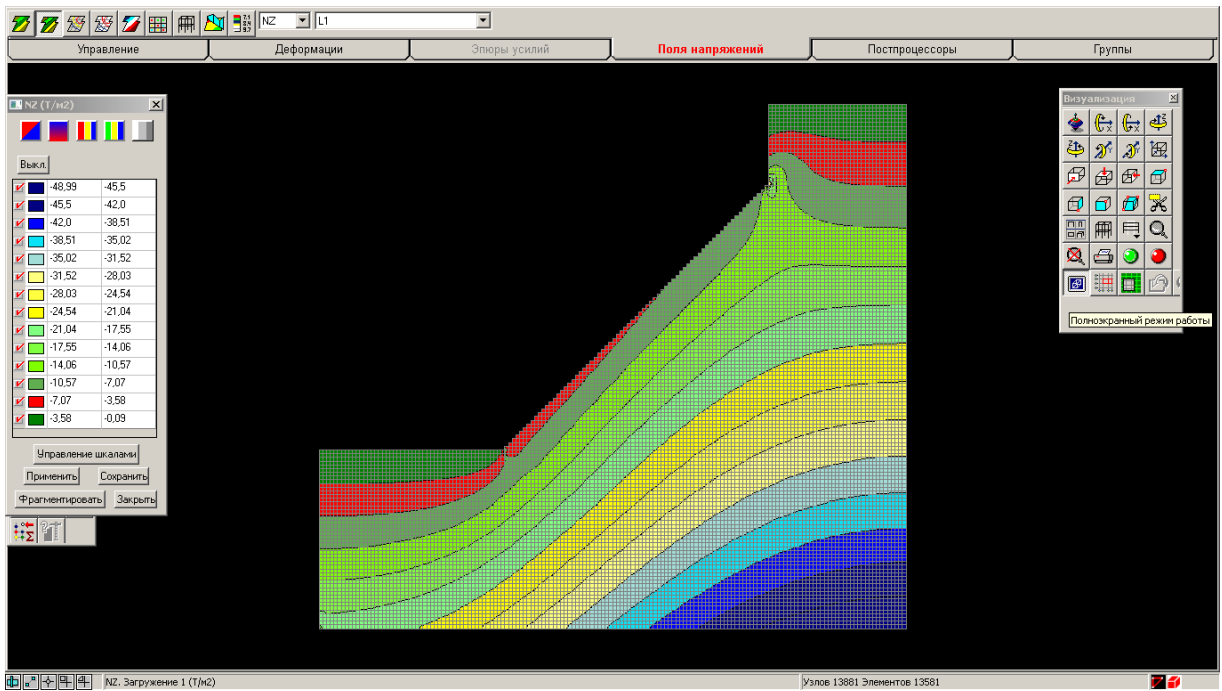


Рисунок 7 – Розподіл нормальних напружень по осі z (навантаження НК-100 у формі еквівалентного шару ґрунту)

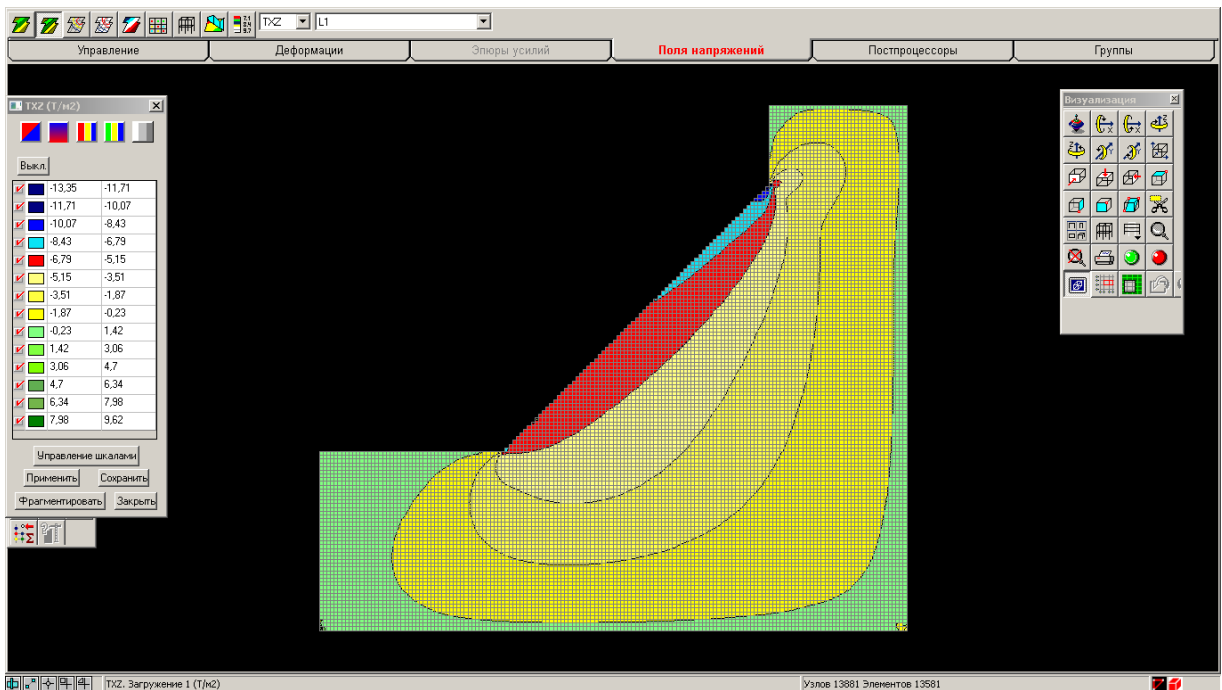


Рисунок 8 – Розподіл дотичних напружень (навантаження НК-100 у формі еквівалентного шару ґрунту)



Рисунок 9 – Розподіл нормальних напружень по осі x (навантаження НК-100 у формі зосереджених сил, відстань від брівки земляного полотна 1,0 м)

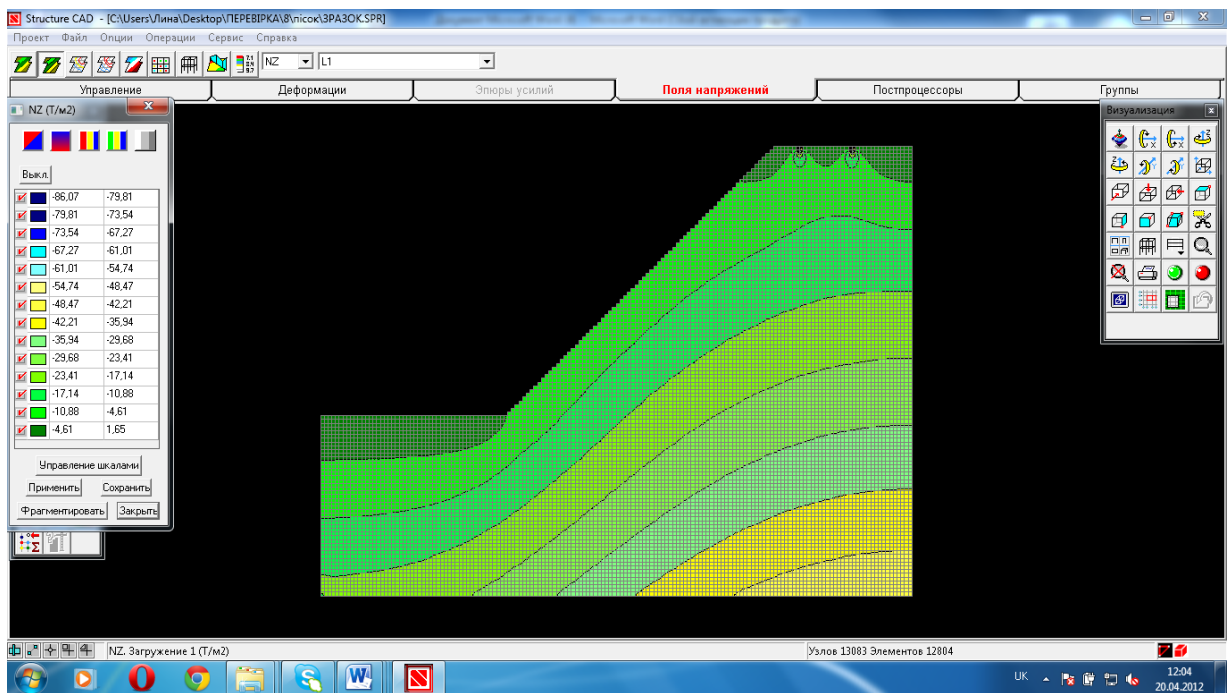


Рисунок 10 – Розподіл нормальних напружень по осі z (навантаження НК-100 у формі зосереджених сил, відстань від брівки земляного полотна 1,0 м)

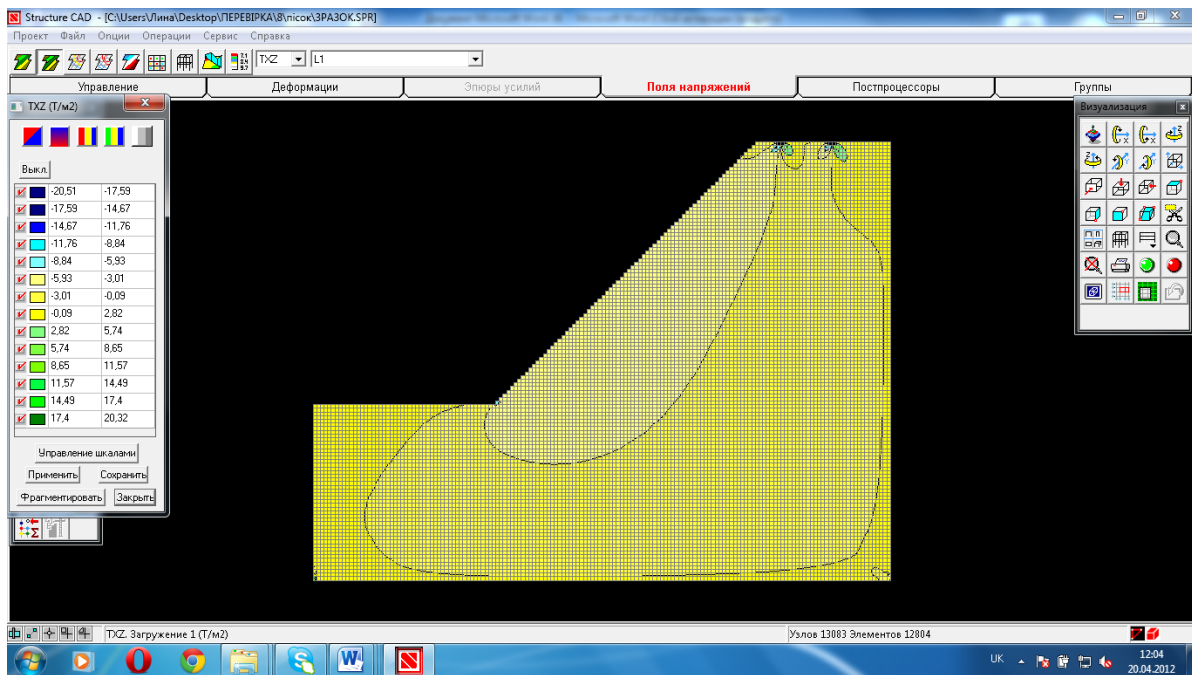


Рисунок 11 – Розподіл дотичних напружень (навантаження НК-100 у формі зосереджених сил, відстань від брівки земляного полотна 1,0 м)

Висновки

Аналіз отриманих результатів свідчить:

1) з точки зору загальної деформації земляного полотна як ґрунтової споруди – для розрахунків стійкості укосів можна застосувати традиційну схему розрахунку (заміна зовнішнього навантаження еквівалентним шаром ґрунту) або схему у вигляді розподіленого навантаження по ширині колеса від зусилля НК-100, яке розташоване на відстані одного метра від брівки земляного полотна (розбіжність між результатами розрахунків не перевищує 1,0 мм для горизонтальних деформацій і 5,0 мм для вертикальних деформацій);

2) з точки зору напруженого стану – потрібно використовувати схему у вигляді розрахункового навантаження по ширині колеса від зусилля НК-100 (нормальні напруження по осі x більші ніж відповідні напруження за традиційною схемою на 13 – 25 % (1,2 – 2,0 т/м²); нормальні напруження по осі z - на 50 – 70 % (3,8 – 4,5 т/м²); дотичні напруження - на 10 – 25 % (0,5 – 1,2 т/м²);

3) для різних видів ґрунту підтверджується теза, що для спорудження насипів найбільш придатними є пісок крупний і супіщані та суглинисті ґрунти у твердому стані [5].

Література

1. Каськів В.І. До питання нормування коефіцієнта стійкості укосу насипу / Каськів В.І., Каськів С.В. // Автошляховик України. – 2011. – № 4. – С. 28 – 32.
2. Рекомендації з підвищення стійкості високих насипів автомобільних доріг : Р В.2.3–218–02070915–757:2009. – К.: Укравтодор, 2009. – 30 с.
3. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво : ДБН В.2.3–4:2015. – К.: Мінрегіон України, 2015. – 105 с.
4. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи : ДБН В.1.2–15:2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 22 с.
5. Литвиненко А.С. Про фізичний зміст необхідної і достатньої величини густини сухого ґрунту зв'язних ґрунтів при спорудженні земляного полотна автомобільних доріг / Литвиненко А.С. // Автошляховик України. – 2011. – № 4. – С. 21 – 27.

Рецензенти:

Угненко Є.Б., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Балашова Юлія Борисівна, канд. техн. наук, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури.

Reviewers:

Uhlenko E.B., Dr. Tech. Sci., Kharkov National Automobile and Highway University.

Balashova Yu.B., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Стаття надійшла до редакції: **21.12.2016 р.**