

СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ «ЕДИНАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА»

№ РОСС RU.32354.04КЛМ0 в едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.OC01.H00460

Срок действия с 31.01.2023 по 30.01.2026

УПОЛНОМОЧЕННЫЙ ОРГАН Рег. № РОСС RU.32354.04КЛМ0.OC01

Центр сертификации Евразийского экономического союза «ТЕСПРОМ». Адрес: 115598, Россия, город Москва, улица Загорьевская дом 23-2, телефон 8 (800) 333-84-08, e-mail: testprom@yandex.ru

ОБЪЕКТ СЕРТИФИКАЦИИ

Решетка полимерпесчаная газонная «МультиДренаж ПЛЮС».
Продукция изготовлена в соответствии ТУ 22.29.29-001-41152532-2020
«Полимерпесчаная газонная решетка «МультиДренаж ПЛЮС».
Технические условия».
Серийный выпуск

Код
ТН ВЭД ЕАЭС
3926 90
ОКПД 2
22.29.29

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ТУ 22.29.29-001-41152532-2020 «Полимерпесчаная газонная решетка «МультиДренаж ПЛЮС».
Технические условия».

ИЗГОТОВИТЕЛЬ (ИСПОЛНИТЕЛЬ)

Общество с ограниченной ответственностью «ЭКОПАРКОВКА.РУ».
Адрес: 117525, г. Москва, ул. Днепрпетровская, 4Б, пом. V, комн. 14.
Адрес производства: Московская область, городской округ Солнечногорск, территориальное управление
Соколовское (Промзона).

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН

Общество с ограниченной ответственностью «ЭКОПАРКОВКА.РУ».
Адрес: 117525, г. Москва, ул. Днепрпетровская, 4Б, пом. V, комн. 14. ОГРН 1197746503338.
Телефон: 8 800 550-33-78, e-mail: office@ecoparkovka.ru

НА ОСНОВАНИИ

Протокол испытаний № АЛ-23/01-0586 от 30.01.2023 года, выданный Испытательной лабораторией
«АЛЬЯНС» Общества с ограниченной ответственностью «АЛЬЯНС» (свидетельство № РОСС
RU.32457.04РИД0.ИЛ06, сроком действия до 09.06.2025).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Срок и условия хранения указаны в эксплуатационной документации, приложенной к изделию.
Периодичность инспекционного контроля - 1 раз в год.



Руководитель органа

(заместитель руководителя)

Эксперт

(подпись)
(подпись)

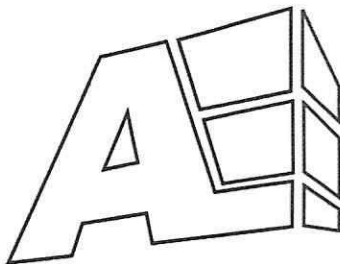
В.В. Комиссарова

(инициалы, фамилия)

А.Ю. Григорьев

(инициалы, фамилия)





АЛЪЯНС
испытательная лаборатория

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «АЛЪЯНС» ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «АЛЪЯНС»

142211, Московская область, город Серпухов, Береговая улица, 37
phone: + 7 (977) 878 68 43; email: office@all-sert.ru
РОСС RU.32457.04РИДО.ИЛ06, сроком действия до 09.06.2025 года

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ АЛ-23/01-0586 от 30.01.2023 г.

Место проведения испытаний:	Испытательная лаборатория «АЛЪЯНС»
Заявитель:	Общество с ограниченной ответственностью «ЭКОПАРКОВКА.РУ». Адрес: 117525, г. Москва, ул. Днепропетровская, 4Б, пом. V, комн. 14. ОГРН 1197746503338. Телефон: 8 800 550-33-78, e-mail: office@ecoparkovka.ru
Наименование продукции:	Решетка полимерпесчаная газонная «МультиДренаж ПЛЮС», изготовленная в соответствии ТУ 22.29.29-001-41152532-2020
Изготовитель:	Общество с ограниченной ответственностью «ЭКОПАРКОВКА.РУ». Адрес: 117525, г. Москва, ул. Днепропетровская, 4Б, пом. V, комн. 14. Адрес производства: Московская область, городской округ Солнечногорск, территориальное управление Соколовское (Промзона).
Методы испытаний:	Расчет силовой и прочностной в соответствии с требованиями ТУ 22.29.29-001-41152532-2020

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящий расчет силовой и прочностной на полимерпесчаную газонную решетку МультиДренаж ПЛЮС (в дальнейшем тексте – «изделие»).

Общий вид изделия, подлежащего расчету, приведен на рисунке 1.

Целью настоящего расчета является обоснование правильности принятых при проектировании изделия конструктивных решений и подтверждение прочности конструктивных элементов и работоспособности изделия при рабочих нагрузках.

Настоящий расчет содержит анализ напряженно-деформированного состояния и силовой расчет основных элементов конструкции изделия.

Расчетная модель построена в соответствии с рабочим чертежом детали.

Соответствие номинальным напряжениям НДС моделей определялось по четвертой теории прочности.

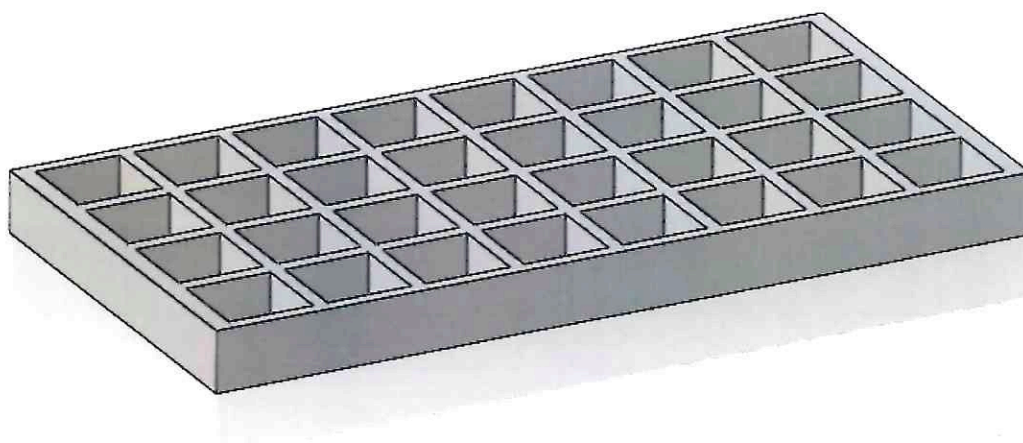


Рис.1 Общий вид

2.1 Расчетные параметры:

Таблица 1

Номинальная нагрузка, тонн	Расчетная температура T_p , °С
16	20

2.2 Расчет выполнен методом конечных элементов в трёхмерной постановке.

2.3 Оценка статической прочности выполнена для двух расчетных состояний (р/с):

- р/с №1 – номинальная нагрузка – 16 тонн на ось;

2.4 Нагрузки, учтенные при оценке статической прочности:

- внутреннее давление.

3 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ И НОМИНАЛЬНЫЕ ДОПУСКАЕМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ

3.1 Конструкция состоит из следующих элементов:

Элемент	Материал
Решетка	36% экологически нейтральный пластик после вторичной переработки, 64% речной мытый песок

3.2 Допускаемые напряжения: прочность при сжатии 12 Н/мм² (12МПа).

4 МЕТОДИКА РАСЧЕТА

ANSYS — универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа. ANSYS аттестован в ГОСАТОМНАДЗОРЕ России (Регистрационный номер ПС в ЦОЭП при РНЦ КИ №490 от 10.09.2002); (Регистрационный номер паспорта аттестации ПС №145 от 31.10.2002), а также выдано свидетельство РААСН о верификации ANSYS № 02/ANSYS/2009.

Расчет, выполняемый программой ANSYS, основан на классических инженерных представлениях и концепциях. При помощи численных методов эти концепции могут быть сформулированы в виде матричных уравнений, которые наиболее пригодны для конечно-элементных приложений.

Совокупность дискретных областей (элементов), связанных между собой в конечном числе точек (узлов), представляет собой математическую модель системы, поведение которой нужно анализировать. Основными неизвестными являются степени свободы узлов конечно-элементной модели. К степеням свободы относятся перемещения, повороты, температуры, давления, скорости, потенциалы электрических или магнитных полей; их конкретное содержание определяется типом элемента, который связан с данным узлом. В соответствии со степенями свободы для каждого элемента модели формируются матрицы масс, жесткости (или теплопроводности) и сопротивления (или удельной теплоемкости). Эти матрицы приводят к системам совместных уравнений, которые обрабатываются так называемыми “решателями”.

Для материалов с линейными свойствами напряжения связаны с деформациями соотношением:

$$\{\sigma\} = [D] \{\epsilon_{el}\}, \quad (1)$$

где $\{\sigma\} = [\sigma_x \ \sigma_y \ \sigma_z \ \sigma_{xy} \ \sigma_{yz} \ \sigma_{xz}]^T$ - вектор напряжений (как выходная величина помечается меткой S);

[D] – матрица упругости (описывается уравнениями (18) ... (23), обратная матрица записывается в виде (4) и (5);

$\{\epsilon_{el}\} = \{\epsilon\} - \{\epsilon_{th}\}$ - выходной массив;

$\{\epsilon\} = [\epsilon_x \ \epsilon_y \ \epsilon_z \ \epsilon_{xy} \ \epsilon_{xz} \ \epsilon_{yz}]^T$ - вектор полной (суммарной) деформации;

$\{\epsilon_{th}\}$ – вектор температурной деформации (определяется соотношением (3)).

Компоненты вектора напряжений показаны на Рис. 2. Для используемых в программе ANSYS напряжений и деформаций принято следующее правило знаков: величины, относящиеся к растяжению, являются положительными, к сжатию - отрицательными.

Компоненты сдвига считаются положительными, если их направления совпадают с направлениями соответствующих координатных осей. Деформации сдвига представляют собой инженерные деформации, а не компоненты тензора.

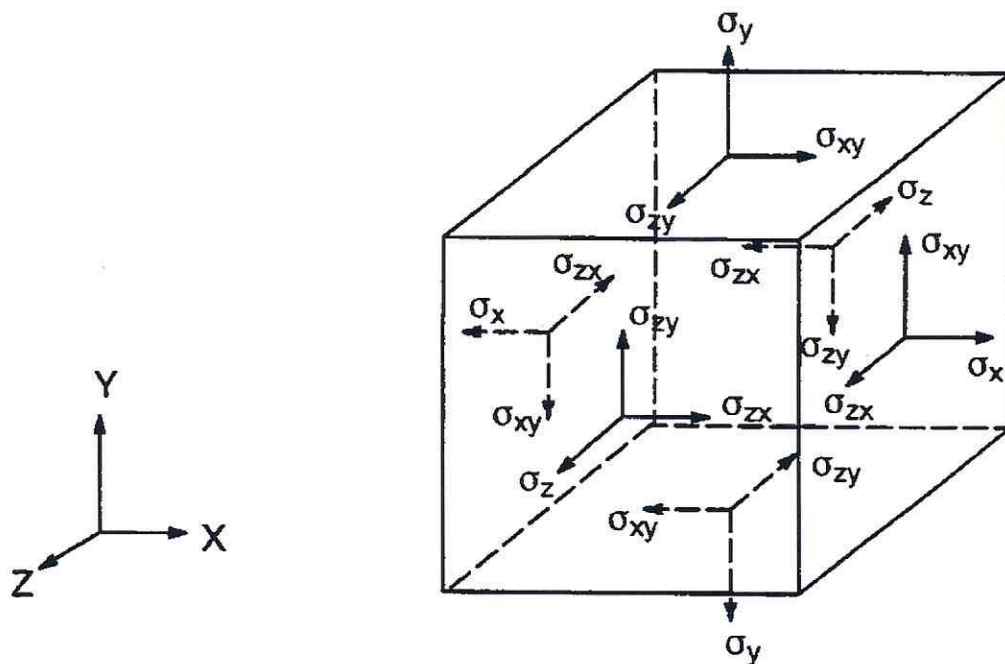


Рис. 2. Компоненты вектора напряжений

Уравнение (1) может быть обращено следующим образом:

$$\{\varepsilon\} = \{\varepsilon_{th}\} + [D]^{-1} \{\sigma\}. \quad (2)$$

Для трехмерного случая вектор температурных деформаций определяется в виде соотношения:

$$\{\varepsilon_{th}\} = \Delta T [\alpha_x \alpha_y \alpha_z 0 0 0]^T, \quad (3)$$

где α_x – коэффициент температурного расширения в направлении оси X

Матрица $[D]^{-1}$, нормализованная по столбцам, имеет вид:

$$[D]^{-1} = \begin{vmatrix} 1/E_x & -\nu_{xy}/E_y & -\nu_{xz}/E_z & 0 & 0 & 0 \\ -\nu_{yx}/E_x & 1/E_y & -\nu_{yz}/E_z & 0 & 0 & 0 \\ -\nu_{zx}/E_x & -\nu_{zy}/E_y & 1/E_z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G_x & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_z \end{vmatrix} \quad (4)$$

При использовании нормализация по строкам, матрица записывается следующим образом:

$$[D]^{-1} = \begin{vmatrix} 1/E_x & -\nu^*_{xy}/E_y & -\nu^*_{xz}/E_z & 0 & 0 & 0 \\ -\nu^*_{yx}/E_x & 1/E_y & -\nu^*_{yz}/E_z & 0 & 0 & 0 \\ -\nu^*_{zx}/E_x & -\nu^*_{zy}/E_y & 1/E_z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G_{xy} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{yz} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{zx} \end{vmatrix} \quad (5)$$

Для записи элементов этих матриц используются обозначения:

E_x – модуль Юнга в направлении оси X,

ν_{xy} – минимальный коэффициент Пуассона,

ν^*_{xy} – максимальный коэффициент Пуассона,

G_{xy} – модуль сдвига в плоскости X-Y.

Матрица [D]-1 должна быть положительно определенной. Кроме того, эта матрица должна быть симметричной, поэтому для ортотропных материалов предполагается существование соотношений:

$$\nu_{yx} / E_x = \nu_{xy} / E_y \quad (6)$$

$$\nu_{zx} / E_x = \nu_{xz} / E_z \quad (7)$$

$$\nu_{zy} / E_y = \nu_{yz} / E_z \quad (8)$$

или

$$\nu^*_{yx} / E_y = \nu^*_{xy} / E_x \quad (9)$$

$$\nu^*_{zx} / E_z = \nu^*_{xz} / E_x \quad (10)$$

$$\nu^*_{zy} / E_z = \nu^*_{yz} / E_y \quad (11)$$

Согласно приводимым выше соотношениям, величины ν_{xy} , ν_{zy} , ν_{zx} , ν^*_{yx} , ν^*_{zy} и ν^*_{zx} являются зависимыми и поэтому не задаются при вводе исходных данных.

Из равенства (2) в развернутом виде, используя выражения (3), (4), а также (6) ... (8), получаем шесть уравнений:

$$\epsilon_x = \alpha_x \Delta T + \sigma_x / E_x - \nu_{xy} \sigma_y / E_y - \nu_{xz} \sigma_z / E_z \quad (12)$$

$$\epsilon_y = \alpha_y \Delta T + \sigma_y / E_y - \nu_{xy} \sigma_x / E_x - \nu_{yz} \sigma_z / E_z \quad (13)$$

$$\epsilon_z = \alpha_z \Delta T + \sigma_z / E_z - \nu_{xz} \sigma_x / E_x - \nu_{yz} \sigma_y / E_y \quad (14)$$

$$\epsilon_{xy} = \sigma_{xy} / G_{xy} \quad (15)$$

$$\epsilon_{yz} = \sigma_{yz} / G_{yz} \quad (16)$$

$$\epsilon_{xz} = \sigma_{xz} / G_{xz} \quad (17)$$

где ϵ_x - деформация в направлении оси X,

ϵ_{xy} - деформация сдвига в плоскости X-Y,

σ_x - напряжения в направлении оси X,

σ_{xy} - напряжения сдвига в плоскости X-Y;

компоненты с другими индексами получают циклическим сдвигом (X-Y-Z).

Уравнение (1) можно переписывается в развернутом виде, используя обратную матрицу (4), что вместе с уравнениями (3), (6) ... (8) дает шесть соотношений для напряжений:

$$\sigma_x = E_x/h [1 - (\nu_{yz})^2 E_y/E_z] (\epsilon_x - \alpha_x \Delta T) + E_x/h [\nu_{xy} + \nu_{xz}\nu_{yz} E_y/E_z] (\epsilon_y - \alpha_y \Delta T) + E_x/h [\nu_{xz} + \nu_{yz}\nu_{xy}] (\epsilon_z - \alpha_z \Delta T) \quad (18)$$

$$\sigma_y = E_y/h [\nu_{xy} + \nu_{xz}\nu_{yz} E_y/E_z] (\epsilon_x - \alpha_x \Delta T) + E_y/h [1 - (\nu_{xz})^2 E_x/E_z] (\epsilon_y - \alpha_y \Delta T) + E_y/h [\nu_{yz} + \nu_{xz}\nu_{xy} E_x/E_y] (\epsilon_z - \alpha_z \Delta T) \quad (19)$$

$$\sigma_z = E_z/h [\nu_{xz} + \nu_{yz}\nu_{xy}] (\epsilon_x - \alpha_x \Delta T) + E_z/h [\nu_{yz} + \nu_{xz}\nu_{xy} E_x/E_y] (\epsilon_y - \alpha_y \Delta T) + E_z/h [1 - (\nu_{xy})^2 E_x/E_y] (\epsilon_z - \alpha_z \Delta T) \quad (20)$$

$$\sigma_{xy} = G_{xy} \epsilon_{xy} \quad (21)$$

$$\sigma_{yz} = G_{yz} \epsilon_{yz} \quad (22)$$

$$\sigma_{xz} = G_{xz} \epsilon_{xz}, \quad (23)$$

в которых обозначено: $h = 1 - (v_{xy})^2 E_x/E_y - (v_{yz})^2 E_y/E_z - (v_{xz})^2 E_x/E_z - 2 v_{xy} v_{yz} v_{xz} E_x/E_z$.

Если модули сдвига G_{xy} , G_{yz} , G_{xz} не задаются при вводе, то их значения вычисляются следующим образом:

$$G_{xy} = (E_x E_y) / (E_x + E_y + 2 v_{xy} E_x) \quad (24)$$

$$G_{yz} = G_{xy} \quad (25)$$

$$G_{xz} = G_{xy} \quad (26)$$

5 РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ

5.1 Расчёт выполнен методом конечных элементов в трёхмерной постановке. Конечно-элементная модель изделия образована гексаэдрическими элементами и показана на рисунке 3.

5.2 Действующие нагрузки: распределенная сила.

5.3 Приведённая нагрузка, вызванная воздействием внешней силы и изгибающего момента определена.

5.4 Распределение интенсивности напряжений в элементах изделия при действии расчётных нагрузок приведено на рисунке 4-7.

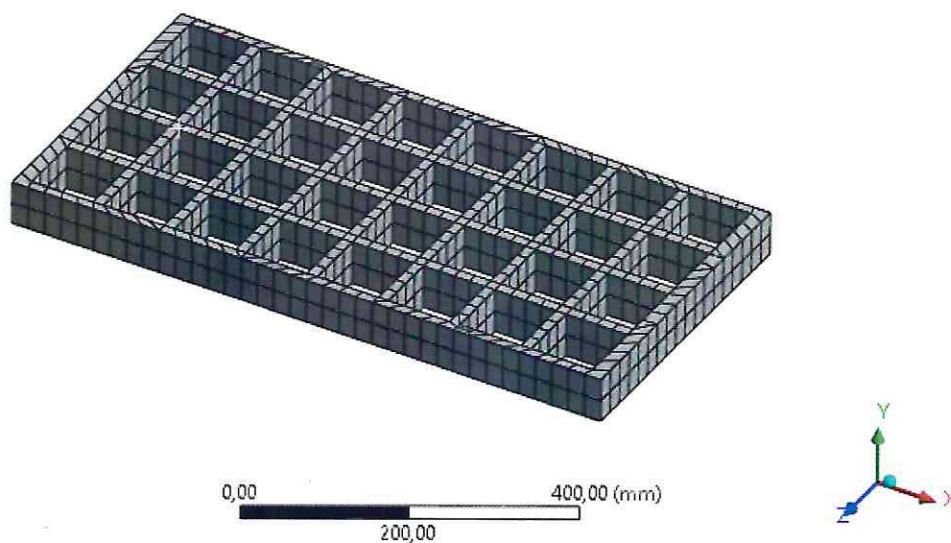


Рис. 3 Конечно-элементная модель изделия

A: Static Structural

Equivalent Stress

Type: Equivalent (von-Mises) Stress

Unit: MPa

Time: 1 s

Deformation Scale Factor: 1.0 (True Scale)

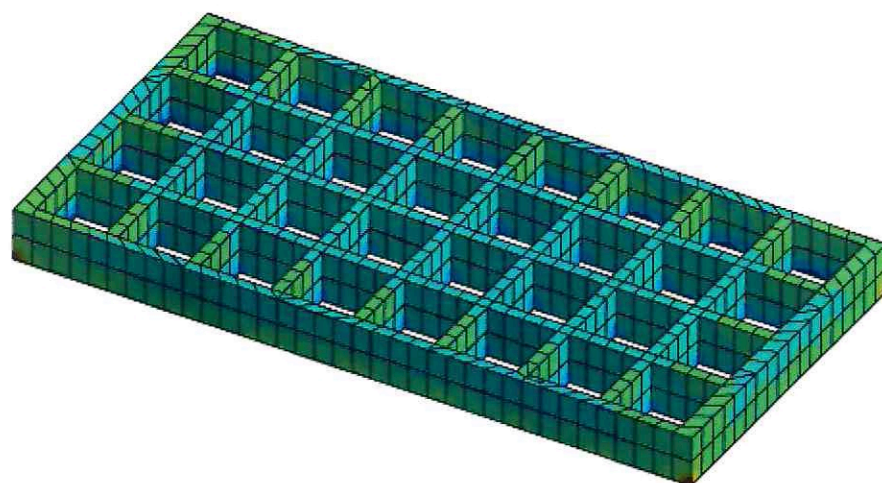
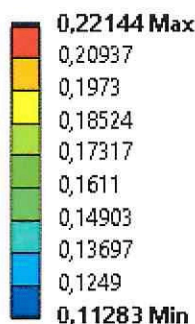


Рис. 4 Интенсивность напряжения в режиме НУЭ, МПа

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнен расчёт на статическую прочность изделия, на условия эксплуатации, приведённые в разделе 2.

Оценка прочности выполнена для двух расчётных состояний (р/с):

- р/с №: расчётная температура 20 °С при нагрузке 16 тонн на ось;

Расчётные напряжения изделия определены по номинальной толщине стенки, уменьшенной на величину производственной и эксплуатационной прибавок.

Величина производственной прибавки определена по предельному минусовому отклонению и принята по 14 качеству.

По результатам расчёта:

- статическая прочность изделия в режиме нормальной эксплуатации **обеспечена**.

Руководитель лаборатории:

Испытатель:


Мирнов Ю.А.

Нечаева О.В.
