

УДК 681.322:517.977.5:332.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ НАГРУЗОК НА ОГРАЖДЕНИЯ СПОРТИВНЫХ ПЛОЩАДОК

ФЕСЕНКО Д. С., студент

Кафедра «Прикладная математика и информационные технологии». Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел.* +38 (0562) 46-98-10 email:* dmitriy.fesenko131313@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-7191-8802

Аннотация. Каждый спортсмен и тренер знает, что тренировки немислимы без подходящей для них территории. Для того, чтобы тренировки не мешали окружающим, необходимо грамотное ограждение футбольного поля. Спортивные ограждения позволяют создать удобное и эргономичное пространство, с толком использовать каждый метр площади. Все ограждения (спортивные и бытовые) должны быть прочными, что требует знания их работы при встрече с мячом. **Цель.** Исследование напряженно-деформированного состояния сетки и работы конструкции ограждения футбольного поля при попадании в них спортивного инвентаря. Такие данные помогут определить ее работоспособность и износостойкость. **Методика.** Динамическая нагрузка — нагрузка, характеризующаяся быстрым изменением во времени её значения, направления или точки приложения и вызывающая в элементах конструкции значительные силы инерции. Динамические нагрузки испытывают детали машин ударного действия, таких, как прессы, молоты и т. д. Детали кривошипно-шатунных механизмов также испытывают во время работы значительные динамические нагрузки от изменения величины и направления скоростей, то есть наличия ускорений. **Результаты.** Получение данных искажения футбольной сетки (НДС). Все расчеты проведены в программном комплексе «ЛИРА». **Научная новизна.** Исследование воздействия ударной нагрузки на ограждения, создание модели попадания мяча в сетку. **Практическая возможность.** Определение износостойкости сетки при различных нагрузках.

Ключевые слова: ударная нагрузка, кинетическая энергия, импульс, комплекс «ЛИРА», деформация сетки.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ІМПУЛЬСНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ОГОРОДЖУВАННЯ СПОРТИВНИХ МАЙДАНЧИКІВ

ФЕСЕНКО Д. С., студент

Кафедра «Прикладна математика та інформаційні технології». Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-10, email:* dmitriy.fesenko131313@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-7191-8802

Анотація. Кожен спортсмен і тренер знає, що тренування не можуть проводитися без відповідної для них території. Для того, щоб тренування не заважали оточенню, потрібне грамотне огородження футбольного поля. Спортивні огородження дозволяють створити зручний і ергономічний простір, з толком використати кожен метр площі. Усі огородження (спортивні і побутові) мають бути міцними, що вимагає знання їх роботи при зустрічі з м'ячем. **Мета.** Дослідження напружено-деформованого стану сітки і роботи конструкції огорожі футбольного поля при попаданні в них спортивного інвентарю. Такі дані допоможуть визначити її працездатність і зносостійкість. **Методика.** Динамічне навантаження - навантаження, що характеризується швидкою зміною в часі її значення, напрямку або точки прикладення і що викликає в елементах конструкції значні сили інерції. Динамічні навантаження випробовують деталі машин ударної дії, таких, як преси, молоти і т. д. Деталі кривошипно-шатунних механізмів також випробовують під час роботи значні динамічні навантаження від зміни величини і напрямку швидкостей, тобто наявності прискорень. **Результат.** Отримання даних спотворення футбольної сітки (ПДВ) . Усі розрахунки проведені в програмному комплексі "ЛИРА". **Наукова новизна.** Дослідження дії ударного навантаження на огородження, створення моделі попадання м'яча в сітку. **Практична значимість.** Визначення зносостійкості сітки при різних навантаженнях

Ключові слова: ударне навантаження, кінетична енергія, імпульс, комплекс «ЛИРА», деформація сітки

MODELING THE IMPACT OF IMPULSE LOADS ON PROTECTIONS OF SPORTS FIELDS

FESENKO D. S., student

Department "Applied mathematics and information technologies". State higher educational establishment is the "Pridniprovsk state academy of building and architecture", Chernishevskiy of street, 24-a, 49600, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel.* 38 (0562) 46-98-10 email:* dmitriy.fesenko131313@gmail.com ORCID ID : 0000-0001-7191-8802

Annotation. Every sportsman and trainer know that training is unthinkable without suitable for them territory. In order that training did not interfere with surrounding, the literate protection of the soccer field is needed. Sporting protections allow to create comfortable and ergonomics space, with a rumour use every meter of area. All protections (sporting and domestic) must be durable, that requires knowledge of their work at meeting with a ball. **Purpose.** The study of the stress-strain state of the grid and the work of the construction of the fence of a football field when sport equipment is hit in them. Such data will help to define her capacity and wear proofness. **Methodology.** The dynamic loading is loading, characterized by rapid time-history her value, direction or point of appendix and defiant considerable forces of inertia in the elements of construction. The dynamic loading test the details of impactors, such, as presses, hammers and т. of д. The details of crank-type-piston-rod mechanisms also test during work the considerable dynamic loading from the change of size and direction of speeds, id est presence of accelerations. **Result.** Retrieving football grid distortion data (VAT) . All calculations were carried out in the software package "LIRA". **Originality.** The study of the impact of shock load on the fence, creating a model of hitting the ball into the net. **Practical value.** Determination of mesh wear resistance under various loads.

Keywords: the Shock loading, Kinetic energy, impulse, LYRE, deformation of net.

Введение

Футбольное поле- сооружение с натуральным или искусственным травяным покрытием для занятия спортивной деятельностью. Ограждение позволяет безопасно для окружающей среды проводить спортивные мероприятия. Имеется достаточно сооружений для ограждения футбольного поля, как легких (сетки разных типов, деревянные ограждения и т.д.) так и тяжелых (железобетонные конструкции (ЖБК), металлоконструкции, комбинированные). Для спортивных сооружений со свободным пользованием (детские площадки, футбольные стадионы при дворах и школах открытого типа) чаще используют легкие типы ограждений. Тяжелые подходят для профессиональных полей, специальных школьных учреждений, или же для мест с повышенным риском травмоопасности. В данной статье рассмотрено ограждение типа сетка, с нагрузкой на нее, и построена математическая модель расчета. Исследуется ограждение в виде металлической сетки.

Цель

Цель работы – построить математическую модель конструкции, в программном комплексе «ЛИРА».

Методика

В механике различают два вида энергии: кинетическую и потенциальную. Но когда говорят об этих видах энергии, то обычно приводят примеры крупных, заметных глазу тел: движущегося поезда, летящего футбольного мяча, поднятого камня. Если сила, приложенная к телу, больше силы сопротивления, то результирующая сила приводит тело в движение. Движущееся тело обладает кинетической энергией.

Работа по ускорению тела тратится на увеличение его скорости, т.е. увеличение кинетической энергии.

Ударная нагрузка является одним из видов динамических нагрузок

Ударной считается нагрузка, прикладываемая в очень короткий промежуток времени. Например, ударная нагрузка возникает при падении одного тела на другое или при быстром изменении давления между рассматриваемыми телами. Так и в нашем случае,

мяч, попадая в заграждение, обладая инерционной массой, создает импульсную нагрузку. Когда тело, создающее нагрузку, очень долго взаимодействует с телом, в котором под воздействием этой нагрузки возникают напряжения, то скорость обоих тел, точнее центров тяжести обоих тел, практически не изменяется. В этот момент кинетическая энергия движущегося тела переходит в потенциальную и нагрузку, которую он создаст, можно считать статической. При ударе, в зависимости от массы соударяемых тел, скорость одного из тел или обоих тел изменяется очень сильно и в сравнительно короткий промежуток времени. Одной из характеристик тела, двигающегося с некоторой скоростью, является импульс:

$$p = mv \quad (1)$$

где, p -импульс, m - масса мяча, v -скорость мяча. В данном случае в виду имеется именно инертная масса, и рассматривается поступательное (прямолинейное) движение, т.е. такое движение, для корректного описания которого достаточно рассматривать движение только одной материальной точки, совпадающей с центром тяжести рассматриваемого тела.

Импульс будет передаваться от одного тела другому, определить ударную силу не проблема, по формуле:

$$Q_y = mv / t \quad (2)$$

где, m и v , можно взять из формулы (1) следующим образом, t - время взаимодействия мяча с преградой. Обычно время определяется опытным путем. Тогда расчет конструкции можно просто выполнить, считая Q статистической ударной силой. Так как сжатый мяч деформируется при встрече с сеткой, то усилия на сетку будут передаваться не точно, а распределено. Площадь, по которой будут распределены усилия, представляет собой круг. Будем считать, что по всей площади взаимодействия с оградительной сеткой распределённая нагрузка постоянна и связана с силой импульсного воздействия мяча формулой:

$$J = p / F \quad (3),$$

здесь, J - величина распределённой нагрузки, p -сила импульсного воздействия, которое можно найти по формуле (1), F -площадь пятна мяча на преграде.

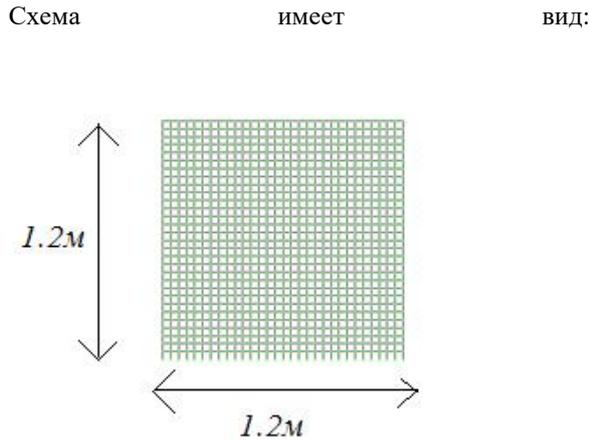


Рис. 4. Конструкция в системе «ЛИРА» / Construction in system's "LIRA"

Устанавливаем на крайних узлах (рис. 5) жесткую фиксацию по XYZ, так как именно там наша сетка припаивается к столбцам, а жесткость столбцов считаем значительно больше жесткости сетки по направлению оси Y.

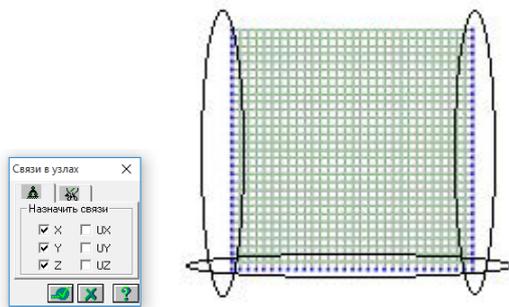


Рис. 5. Связи сетки приваренных к столбикам / Connections of net welded on to the columns

В качестве материала сетки выбираем канат одинарной свивки типа ЛК-Р конструкции 1х7(1+6). Жесткость материала, из которого изготовлена сетка, находится в базе данных самого комплекса «ЛИРА» (рис.6). Диаметр каната, из которого изготовлена сетка, выбираем 2 мм.

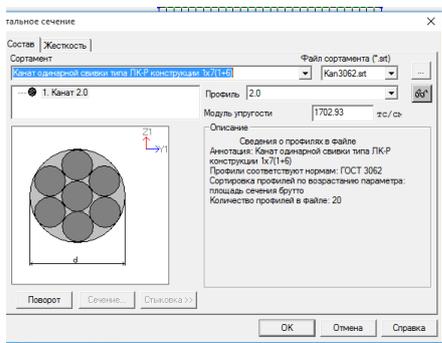


Рис. 6. Жесткость конструкции «сетка» / Inflexibility of construction is a "net"

Деформацию мяча при встрече с сеткой не рассматриваем, а данные (площадь соприкосновения с сеткой) берем из опытных экспериментов. Расчет проводим для трех положений летящего мяча и сетки, начиная с момента соприкосновения мяча с сеткой. Из опытов известно, что импульсное время при разных скоростях движущегося мяча может колебаться в пределах от 1 до 1.4 сек. Исходя из этого, расчеты проводим при значениях времени из интервала, при $t_1 = 1$ сек, $t_2 = 1.2$ сек, $t_3 = 1.4$ сек.

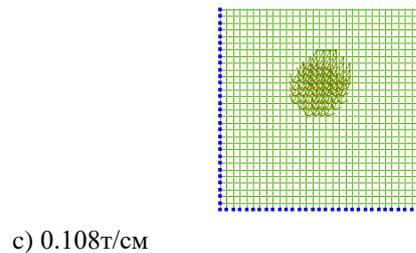
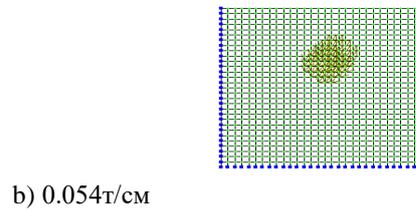
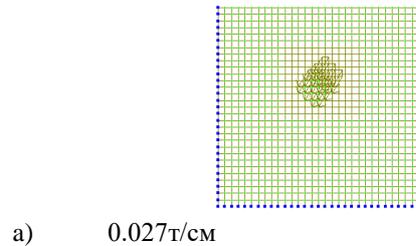


Рис. 7. Нагрузки в виде мяча на сетку с интервалов по времени: а)-в начальный момент касания мяча поверхность; б)- средний момент времени, когда начинается деформация самого мяча; с)- финальный момент времени, когда нагрузка распределена по исследуемой области, и пятно деформации достигает максимального размера / Loading as a ball on a net from intervals at times: a)- initial moment of touching of ball with a surface; b)- middle moment of time, when deformation of ball begins; c)- final moment of time, when a ball attained maximal size of spot of deformation, and distributed loading on the investigated area.

На рис.8 представлена деформация сетки после соприкосновения с мячом. Получаем напряжения, возникающие после контакта сетки и мяча. В данной работе они не приводятся.

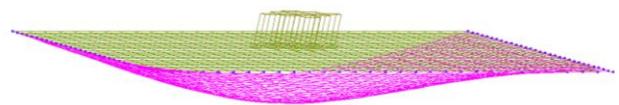


Рис. 8. Деформация сетки в результате расчета / Deformation of net as a result of calculation

Результаты

Получена четкая картина деформации сетки при попадании мяча в её середину, за кратковременные промежутки.

Выводы

Ударная нагрузка - кратковременная динамическая нагрузка, возникающая при ударе

тел конечной массы о сооружение. С ее помощью можно исследовать деформацию, провести анализ устойчивости. Программный вычислительный комплекс (ПВК) «ЛИРА» позволяет производить расчеты сооружений типа «плоское сетчатое покрытие» на воздействие импульсных нагрузок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Верейна Л. И. Техническая механика. / Л.И. Верейна, М.М. Краснов. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 154 с.
2. Дубровский В. И. Биомеханика / В.И. Дубровский, В.Н. Федорова. — М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. — 672 с.
3. Захаров В. Г. Физика для бакалавров / В.Г. Захаров. — М.: МАДИ, 2015. — 244 с.
4. Коломин В. И. Механика / В.И. Коломин. — М.: КНОРУС, 2016. — 154 с.
5. Морозов Е. М. Механика контактного разрушения/ Е.М. Морозов, Ю.В. Колесников. — М.: Издательство ЛКИ, 2012. — 224 с.
6. Расчет на ударные нагрузки– Режим доступа: <http://doctorlom.com/item288.html>

REFERENCES

1. Vereina L.I. and Krasnov M.M. *Tekhnicheskaya mekhanika*. [Technical Mechanics], Moscow, Akademiya Publ., 2013, 154 p.(in Russian)
2. Dubrovskiy V.I. and Fedorova V.N. *Biomekhanika* [Biomechanics], Moscow, Vlados-Press, 2003, 672 p.(in Russian)
3. Zakharov V.G. *Fizika dlya bakalavrov* [Physics for bachelors], Moscow, MADI, 2015, 244 p.(in Russian)
4. Kolomin V.I. *Mekhanika* [Mechanics], Moscow, KNORUS Publ., 2016, 154 p.(in Russian)
5. Morozov E.M. and Kolesnikov Yu.V. *Mekhanika kontaktного razrusheniya* [Contact fracture Mechanics], Moscow, LKI Publ., 2012, 224 p.(in Russian)
6. *Raschet na udarnyye nagruzki* [Shock load Calculation]. Available at: <http://doctorlom.com/item288.html>