

схемасы бейнеленген. Әр вексельдің сәулеленуінің жалпы дисперсиялық коэффициентін есептеу әдістері, сондай-ақ әр вексельдің жеке пиксельге сәйкестігі келтірілген. Сканерлеу кезінде алынған мәліметтердің өлшем бірліктері сипатталған. Сканерлеу әдістері, интерполяция алгоритмдерінің түрлері көрсетілген. Төмен тығыздықтағы сәулені алу үшін қолданылатын көп қатарлы детекторлардың сипаттамалары келтірілген. Клиникалық диагностикалық зерттеулер жүргізу кезінде мехатроника элементтері бар спиральды сканерлеу егжей-тегжейлі қарастырылады. Заманауи көп тілімді КТ сканерлерін қолдану, сондай-ақ артефактілердің пайда болу себептері қарастырылды. Бұл мақала қазіргі ди-де қолданылатын мехатроникалық принциптерді қолдануды қарастыруға арналған

УДК 621.824:004.2

МРНТИ: 55.03.31

Муханбетжанова К.Т., магистр технических наук, **основной автор**

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, E-mail: karlam1994@mail.ru

Годымчук А. Ю., кандидат физико-математических наук, доцент, ведущий специалист отдела развития персонала и кадрового резерва Томского политехнического университета

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, E-mail: godymchuk@tpu.ru

Mukhanbetzhanova K.T., Master of Technical Sciences, **the main author**

West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan, Uralsk, Zhangir Khan str. 51, 090009, Kazakhstan, E-mail: karlam1994@mail.ru

Godymchuk A. Yu.. Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Leading specialist of the Department of Personnel Development and Personnel Reserve of Tomsk Polytechnic University, 634050 Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin Avenue, house 30. godymchuk@tpu.ru

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ВАЛОВ МАШИН С ПОМОЩЬЮ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА В МОДУЛЕ APM FEM CALCULATION OF THE STRENGTH OF MACHINE SHAFTS USING FINITE ELEMENT ANALYSIS IN THE FEM ARM MODULE

Аннотация

В решении инженерных задач в основном применяется система APM FEM. Используя эту систему значительно упрощается создание твердотельных и сборочных моделей. Приведена методика расчета начального диаметра рассматриваемого вала редуктора. Определение и расчет величины крутящих моментов, расчетных напряжений на изгиб и кручение. Показаны возможности системы APM WinMachine в области 3D моделирования. В графическом редакторе модуля APM FEM разработана твердотельная конструкция вала редуктора, определены опасные сечения вала, которые подвергались проверке на прочность с помощью конечно-элементного анализа. Прочностной расчет вала редуктора представлен в виде карт эквивалентных напряжений по Мизесу. По обработанным данным результатов по 5 формам сечения рассматриваемой детали, установили 5 коэффициентов усталости. Мы по 5 формам сечения детали увидели изменение собственных колебаний.

ANNOTATION

In solving engineering problems, the FEM automated control system is mainly used. Using this system greatly simplifies the creation of solid-state and assembly models. The method of calculating the initial diameter of the gearbox shaft under consideration is given. Determination and calculation of the magnitude of torques, design stresses for bending and torsion. The possibilities of the WinMachine ARM system in the field of 3D modeling are shown. In the graphical editor of the FEM ARM module, a solid-state design of the gearbox shaft was developed, dangerous shaft sections were identified,

which were tested for strength using finite element analysis. The strength calculation of the gearbox shaft is presented in the form of maps of equivalent stresses according to Mises. According to the processed data of the results for 5 cross-section shapes of the part in question, 5 fatigue coefficients were established. We saw a change in the natural oscillations of the 5 shapes of the section of the part.

Ключевые слова: конечно-элементный анализ, модуль APM Studio, расчет валов, коэффициент запаса прочности, опасное сечение, эквивалентное напряжение.

Key words: finite element analysis, APM Studio module, shaft calculation, safety factor, dangerous cross section, equivalent voltage.

Общие сведения. В системе APM FEM решаются задачи инженерного анализа и оптимизации спроектированных механических передач (ременных [2], цепных [3]), валов [4], редукторов [5] и других элементов приводов.

Функциональные возможности модуля APM FEM намного шире внутреннего графического редактора APM Graph, что значительно упрощает процесс создания поверхностных твердотельных деталей и сборочных моделей.

Построенные модели могут быть нагружены различными силовыми факторами, произвольно закреплены и разбиты на конечные элементы, для последующего прочностного расчета с получением карт результатов.

Методика расчета. Для конструкторской разработки вала редуктора вначале приближенно оценивают его диаметр, предполагая, что вал испытывает только кручение. Расчет ведется при пониженных допускаемых напряжениях кручения для компенсации влияния неучтенных напряжений изгиба, которые определяются по следующей формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T \cdot 10^3}{0.2[\tau]}}$$

где T – крутящий момент;

d – диаметр вала;

$[\tau]$ – допускаемые напряжения при кручении принимаемое для выходных концов валов $[\tau] = 20 \dots 25$ МПа, для промежуточных валов $[\tau] = 10 \dots 20$ МПа.

При совместном действии изгибающих и крутящих моментов расчет основывается по четвертой теории прочности для определения эквивалентных напряжений [6] по формуле:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sigma_a^2 + 3\tau_a^2 \leq [\sigma]$$

где $\tau_a = T_k / W_{\text{нетто}}$ – расчетное напряжение на кручение в рассматриваемом сечении вала (амплитуда цикла при кручении);

$\sigma_a = \sigma_{\text{и}} = M_{\text{max}} / W_{\text{нетто}}$ – расчетное напряжение на изгиб в рассматриваемом сечении вала (амплитуда цикла при изгибе);

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение для материала при изгибе;

$W_{\text{нетто}}$ и $W_{\text{нетто}}$ – полярный и осевой моменты сопротивления сечения вала;

T , M_{max} – соответственно вращающий и изгибающий моменты опасного сечения.

По диаметру вала, найденному предварительным расчетом и эскизной компоновке конструкции, намечают положение опор. После этого составляют расчетную схему вала, определяют силы, действующие на вал, находят опорные реакции, строят эпюры изгибающих и вращающих моментов и далее производят расчет на статическую прочность [3].

Силы, действующие на вал, расположены не в одной плоскости, поэтому их необходимо разложить по двум взаимно перпендикулярным плоскостям и определить в этих плоскостях опорные реакции и изгибающие моменты, а затем геометрически суммировать эти моменты. Наибольшие суммарные моменты (M_{Σ}) определяют опасные сечения, для которых рассчитывают диаметры и разрабатывают конструкцию вала по формуле:

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$

где M_x и M_y —соответственно изгибающие моменты во взаимно перпендикулярных плоскостях опасного сечения.

Вращающий момент определяют по формуле:

$$T = 9550 P / n$$

где P —передаваемая мощность на валу;

n — частота вращения вала.

Для диаметра вала на стадии проектирования предполагают, что в опасном сечении вал имеет цилиндрическую форму и находят диаметр вала по формуле

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\Sigma} * 10^3}{0,1[\sigma]_и}}$$

где $M_{\Sigma} = \sqrt{M_x^2 + 0,75T^2}$;

$[\sigma]_и$ — допускаемое напряжение изгиба.

При работе вала в его поперечных сечениях возникают напряжения, циклически изменяющиеся во времени. Считается, что постоянная составляющая нормальных напряжений относительно мала (осевые силы имеют невысокое значение), а нормальные изгибные напряжения изменяются по симметричному циклу (коэффициент асимметрии цикла $R=-1$). Тогда, при коэффициенте долговечности $K_L = 1$, допускаемое напряжение изгиба определяется по формуле

$$[\sigma]_и = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma D}[S]}$$

где σ_{-1} —предел выносливости при симметричном цикле нагружения;

$K_{\sigma D}$ — эффективный коэффициент концентрации напряжений для вала, ориентировочно $K_{\sigma D}=3...5$;

$[S]$ —коэффициент запаса прочности.

Коэффициент $K_{\sigma D}$ учитывает концентрации напряжений для ступенчатых галтельных переходов, канавок, поперечных отверстий, шероховатости поверхности, шпоночных пазов, резьбовых и шлицевых участков валов, а также размеры вала (масштабный фактор).

Результаты и обсуждение. Расчет прочности валов машин с помощью конечно-элементного анализа в модуле APM FEM. В данной работе приводится последовательность проектирования и расчет на прочность вала редуктора с использованием модуля APM FEM. В качестве примера рассмотрен расчет редуктора промежуточного приводного вала, приведенного на рисунке 1.

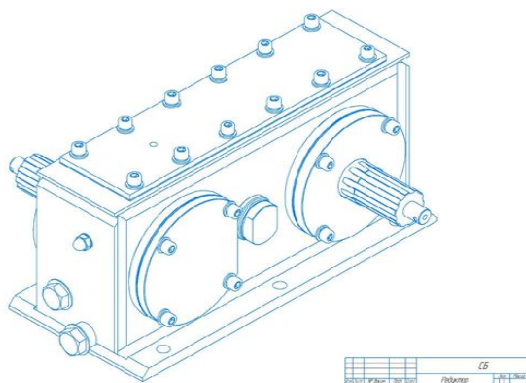


Рисунок 1- Расположение промежуточного вала в редукторе

Узел машины, в которую входит данный вал, представляет редуктор, он является тихоходным валом и непосредственно соединен со звеном машины, которая приводит в

движение вспомогательные узлы и агрегаты при помощи передаваемого крутящего момента. Вал установлен в подшипниках качения, исходным материалом для изготовления вала является сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Таблица 1-Исходные данные сталь 45 ГОСТ 1050-88

Наименование	Значение
Предел текучести ,МПа	560
Модуль упругости нормальный ,МПа	210000
Коэффициент Пуассона	0,3
Плотность ,кг/м ³	7810
Теплопроводность ,Вт/(м×С)	47
Предел прочности при сжатии,МПа	600
Предел выносливости при растяжении ,МПа	294
Предел выносливости при кручении ,МПа	150

Для выполнения расчета необходимо выполнить чертеж вала. Графический редактор APM FEM предназначен для создания твердотельных объектов в трехмерном пространстве и последующего прочностного анализа разработанных моделей. В состав APM FEM входят инструменты геометрического моделирования, а также средства процедуры конечно-элементного анализа, такие как генератор разбиения на конечные элементы, формирование условий закрепления, а также задание внешних нагрузок и свойств материала. Разработка твердотельной модели вала начинается с создания эскиза чертежа в выбранной плоскости. Для этого нужно выбрать команду «Новый эскиз» на панели инструментов «Управление».

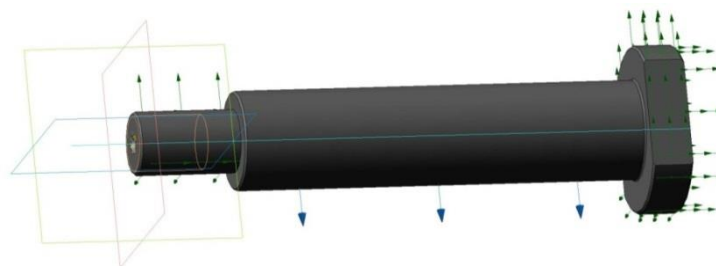


Рисунок 2-Создание рабочей плоскости в модуле APM FEM

С помощью команды «Выталкивание» из эскиза получаем объемную модель ступенчатого вала. После построения схемы задается область приложения сил, действующих на вал. При расчете цилиндрической передачи в среднем сечении колеса нормальная сила раскладывается на составляющие: радиальную, окружную, и осевую (изгибающий момент). Указанные нагрузки приводят к возникновению в сечениях вала нормальных и касательных напряжений. Нормальные напряжения обусловлены наличием изгибающего момента, а касательные – вращающего момента и внешней поперечной силы.

По алгоритму расчета требуется указать условия закрепления вала заданием типа опор и обозначением участков, на которых они расположены. После этого производится разбивка модели. Параметры материала, из которого изготавливается вал, задается с использованием базы данных, либо вручную, используя вкладку «Параметры материала».

После ввода основных исходных данных создается конечно-элементная сетка, состоящая из четырехузловых призматических элементов. Разбиение производится автоматически, с возможностью доработки сетки смотрите рисунок 2.

Использование расчетного модуля позволяет намного сократить время вычислений по сравнению с известной методикой проектирования и расчета валов, приведенной выше и изложенной в учебниках по дисциплинам «Детали машин», «Основы проектирования производства заготовок», «Основы проектирования», избежать ошибок вычислений и повысить их точность. Кроме этого, при расчете на прочность реализуется возможность оптимизации конструкции вала, что позволяет сократить расход материала и, следовательно, обеспечивает экономичность процесса изготовления детали [7].

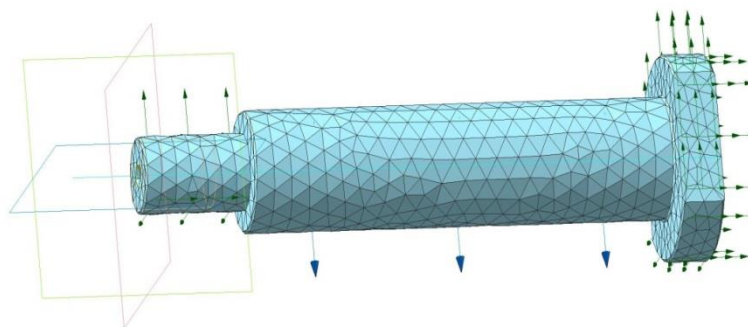


Рисунок 3-Конечно-элементная сетка модели вала

Результатами расчета являются графические карты распределения эквивалентных напряжений и их составляющих, распределения суммарно-линейных перемещений, распределения деформаций по сечениям вала, распределения коэффициентов запаса по критерию усталостной прочности и критериям текучести и прочности. Программа позволила получить значения коэффициентов запаса устойчивости и 5 форм потери устойчивости, числовые значения реакций опор и крутящего момента. И еще программа позволила сделать анализ собственных колебаний в разных формах вала. В качестве выходных данных регистрировались координаты центра тяжести, вес и моменты инерции вала, величины реакций в опорах валов.

На рисунке 4 представлена карта эквивалентных напряжений по Мизесу.

Анализ зависимости показывает, что минимальное значение коэффициента усталостной прочности находится в месте середины вала. Ослабление вала обусловлено не только уменьшением его сечения, но главное, значительной концентрацией напряжения изгиба и кручения, вызываемой в верхнем головке вала.

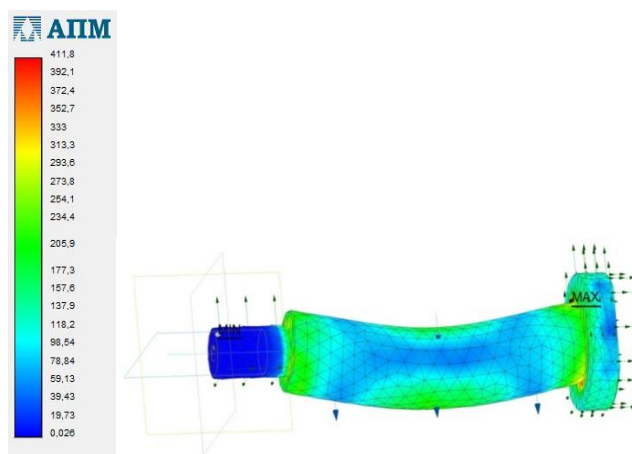


Рисунок 4- Карта эквивалентных напряжений по Мизесу

Максимальные напряжения от совокупности сил, действующих в зацеплении, возникает в среднем сечении участка вала (в месте установки большой головки вала). По совокупности

полученных результатов (коэффициент запаса прочности $S = 2,16$) был сделан вывод о том, что вал удовлетворяет требованиям по условиям прочности, обеспечивающим надежную эксплуатацию в рабочих условиях. В результате исследования получили инерционные характеристики модели.

Таблица 2. Инерционная характеристика модели

Наименование	Значение
Масса модели, кг	0,505645
Центр тяжести модели, м	(0,080335 ; -0, ; -0,000005)
Моменты инерции модели относительно центра масс, кг×м ²	(0,003982 ; 0,000022 ; 0,000026)
Реактивный момент относительно центра масс, Н×м	(0,018117 ; 399,123922 ; 0,)
Суммарная реакция опор, Н	(0, ; 0,000003 ; 74809,836326)
Абсолютное значение реакции, Н	74809,836326
Абсолютное значение момента, Н×м	399,123922

Результаты статического расчета

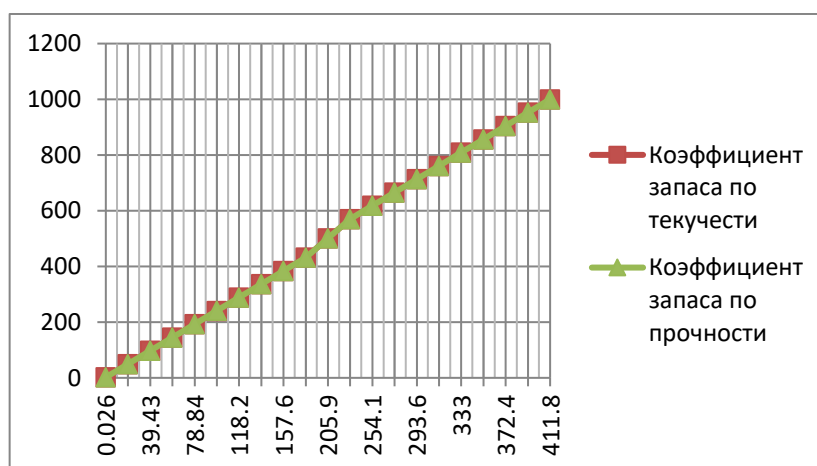


Диаграмма 1-Зависимость коэффициента прочности от эквивалентных напряжений по Мизесу.

По зависимости диаграммы.1 видим что есть линейная зависимость коэффициента прочности от эквивалентных напряжений по Мизесу.

Заклучение. Из приведенного графика 1 можно сделать выводы, что коэффициент запаса прочности рассматриваемой детали линейно зависит коэффициенту запаса текучести эквивалентных напряжений по Мизесу. Мы по 5 формам сечения детали увидели изменение собственных колебаний. И обозначали их значениями для каждой сечения детали оно составило $\nu_1=8548,51\text{Гц}$, $\nu_2=8681,86\text{Гц}$, $\nu_3=18881,10\text{Гц}$, $\nu_4=20640,47\text{Гц}$, $\nu_5=20810,25\text{Гц}$ Результаты расчета устойчивости : 1-й коэффициент запаса по устойчивости составило 276,425, 2-й коэффициент запаса по устойчивости составило 284,443, 3-й коэффициент запаса по устойчивости равно 295,151, 4-й коэффициент запаса по устойчивости имело значение 305,027, 5-й коэффициент запаса по устойчивости максимальное значение составляло 468,103. С изменением формы линейно увеличивалась коэффициента запаса по устойчивости. Это говорит о стойкости материала при деформации (стали марки 45). Прочность валов оценивается способами: сравнением фактического напряжения $\sigma_{\text{экр}}$ с допускаемым $[\sigma]$, $\sigma_{\text{экр}} \leq [\sigma]$. С помощью модуля нашей программы смогли определить сравнение теоритического знания (допускаемое напряжение)с практическими знаниями (эквивалентное напряжение).

Большие перемещения сечений валов при изгибе могут вызвать заклинивание подшипников. Изгибная и крутильная жесткость валов существенно влияют на частотные характеристики при появлении изгибных и крутильных колебаний. При возникновении колебаний напряжения в валах существенно возрастают, и будут определяться не внешней нагрузкой, а силами инерции колеблющихся масс. Наибольшую опасность для конструкции будет представлять резонанс напряжений и перемещений. Избежать наступления резонанса можно путем изменения частоты собственных колебаний (реже за счет изменения частоты вынужденных колебаний). Одна из основных задач расчета вала на колебания (вибрацию) состоит в определении частоты собственных колебаний и установлении допустимого диапазона частоты его вращения в рабочих режимах. Устойчивая работа вала обеспечивается, если в докритической области частот $n \leq 0,7n_{кр}$, а в закритической области $n \leq 1,3 n_{кр}$. По итогам результата определили диапазон изменения частот собственных колебаний по 5 формам сечения вала оно составило $\nu=(8548,51 \div 20810,25)$ Гц.

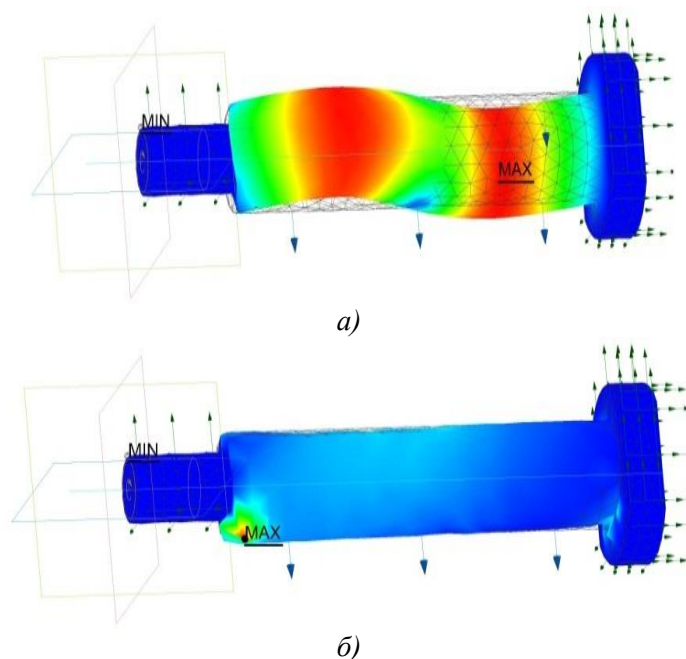


Рисунок 5- а) 5-я форма собственных колебаний вала б)-5-я форма потери устойчивости вала

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кондрашева , С.Г. Хамидуллина , Д.А. Лашков, В.А. Инженерное проектирование механизмов и машин с использованием системы APM WinMashin [Текст]/ С.Г. Кондрашева, Д.А. Хамидуллина, В.А. Лашков // Вестн. Казан. технол. ун-та.Сер. Процессы и аппараты химической технологии.-2011.-Вып.19-С.4-28.-Казань: Изд-во «Вестник технологического университета»:с.193-198.
- 2 Лашков, В.А. Хамидуллина, Д.А, Каратаев, О.Р. Расчет ременных передач в модуле APM Trans [Текст]/ В.А. Лашков, Д.А. Хамидуллина , О.Р.Каратаев // Вестн. Казан. технол. ун-та. Сер. Информатика, вычислительная техника и управление.-2015.-Вып .22.-С.18.- Казань: Изд-во «Вестник технологического университета»:с. 154-157.
- 3 Лашков, В.А. Кондрашева, С.Г. Ганин, Е.А. Расчет прочности валов машин с помощью расчетно-графического модуля APM Shaft [Текст]/ В.А. Лашков, С.Г. Кондрашева, Е.А. Ганин // Вестн. Казан. технол. ун-та. Сер. Информатика, вычислительная техника и управление.-2016.-Вып .7.-С.19.- Казань: Изд-во «Вестник технологического университета»: с. 94-96.
- 4 Каратаев, О.Р. Завьялова, В.Е. Лашков, В.А. Расчет параметров цепных передач в модуле APM TRANS [Текст] / О.Р. Каратаев, В.Е. Завьялова, В.А. Лашков // Вестн. Казан. технол. ун-та. Сер. Информатика, вычислительная техника и управление.-2016. -Вып .12. -С.19.- Казань: Изд-во «Вестник технологического университета»:с. 140-142.

5 Лашков, В.А. Кондрашева, С.Г. Халимбаев, Р.Р. Расчет и проектирование конического редуктора в модуле ARM Drive [Текст] / В.А. Лашков, С.Г. Кондрашева, Р.Р. Халимбаев // Вестн. Казан. технол. ун-та. Сер. Информатика, вычислительная техника и управление. -2016. - Вып.19. -С.20.-Казань:Изд-во «Вестник технологического университета»:с. 141-142.

6 Детали машин [Текст] : учебник / А. В. Тютнев [и др]. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург [и др.] : Изд-во Лань, 2013. - 731 с.

7 Борисов, В.М. Лашков, В.А. Борисов, С.В. Конструкторский контроль курсовых проектов и выпускных квалификационных работ студентов машиностроительных специальностей [Текст] / В.М. Борисов, В.А. Лашков, С.В. Борисов // Вестн. Казан. технол. ун-та. Сер. Педагогическая и научная деятельность.-2010.-Вып.11.-С.20.-Казань:Изд-во «Вестник технологического университета»:с. 401-405.

8 Основы проектирования машин [Текст] : учебник / В.В. Шелофаст [и др]. - 1-е изд.,- М.: Изд-во АПМ, 2000. - 472 с.

9 Основы проектирования машин. Примеры решения задач. [Текст]: учебник/ В.В. Шелофаст [и др]. - 2-е изд., испр., - М.: Изд-во АПМ, 2004. - 240 с.

10 Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде ARM Structure 3D. [Текст]: учеб. пособие для студентов пед. вузов / А.А.Замрий [и др]. - М.: Изд-во АПМ, 2004. - 208 с.

11 Расчет и проектирование валов. [Текст]: учеб. пособие для студентов пед. вузов / В.Н. Глухих [и др]. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2010. – 76 с.

12 Основы проектирования машин [Текст]: учебник / В.В. Шелофаст [и др]. - 2-е изд., перер. и доп., - М.: Изд-во АПМ, 2005. - 472 с.

13 Проектирование и расчет методов конечных элементов в среде ARM Structure3D[Текст]: учебник / А.А. Замрий . - 2-е изд., перер. и доп., - М.: Изд-во АПМ, 2010. - 376 с.

14 Курс лекции: (http://sopromat.vstu.ru/metod/lek/lek_03.pdf)

15 Автоматизированное проектирование машин на примера расчета редуктор[Текст]: учеб. пособие для студентов пед. вузов / Д.А. Безик [и др]. - Брянск.: Изд-во БГСХА, 2006.- 31 с.

16Расчеты напряженного состояние элементов грузоподъемных машин с использованием современного программного обеспечения [Текст]: Подъемно транспортное дело, №1 // -2008. - С, 2-5.

17 Соппротивление материалов [Текст]: учеб. для вузов / В.И. Феодосьев.-11-е изд., перераб. доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2000. – 592 с.

18Соппротивлениематериалов [Текст]:Учеб.для немашиностроит. спец. Вузов/ П.А. Степин. -8-е изд.-М.: Высш. шк.,1988.-367с.

19 Расчет некоторых задач механики в системе Mechanical Desktop [Текст]: Учебное пособие / П.А. Степин. -8-е изд.-М.: Высш. шк.,1988.-367с.

REFERENCES

1 Kondrasheva, S.G. Hamidullina, D.A. Lashkov, V.A. Inzhenernoe proektirovanie mekhanizmov i mashin s ispol'zovaniem sistemy ARM WinMashin [Tekst]/ S.G. Kondrasheva, D.A. Hamidullina, V.A. Lashkov // Vestn. Kazan. tekhnol. un-ta.Ser. Processy i apparaty himicheskoy tekhnologii.-2011.-Vyp.19-S.4-28.-Kazan': Izd-vo «Vestnik tekhnologicheskogo universiteta»:s. 193-198.

2 Lashkov, V.A. Hamidullina, D.A, Karataev, O.R. Raschet remennyh peredach v module ARM Trans [Tekst]/ V.A. Lashkov, D.A. Hamidullina, O.R.Karataev // Vestn. Kazan. tekhnol. un-ta. Ser. Informatika, vychislitel'naya tekhnika i upravlenie.-2015.-Vyp .22.-S.18.- Kazan': Izd-vo «Vestnik tekhnologicheskogo universiteta»:s. 154-157.

3 Lashkov, V.A. Kondrasheva, S.G. Ganin, E.A. Raschet prochnosti valov mashin s pomoshch'yu raschetno-graficheskogo modulya ARM Shaft [Tekst]/ V.A. Lashkov,

S.G. Kondrasheva, E.A. Ganin // Vestn. Kazan. tekhnol. un-ta. Ser. Informatika, vychislitel'naya tekhnika i upravlenie.-2016.-Vyp .7.-S.19.- Kazan': Izd-vo «Vestnik tekhnologicheskogo universiteta»::s. 94-96.

4 Karataev, O.R. Zav'yalova, V.E. Lashkov, V.A. Raschet parametrov cepnyh peredach v module ARM TRANS [Tekst] / O.R. Karataev, V.E. Zav'yalova, V.A. Lashkov // Vestn. Kazan. tekhnol. un-ta. Ser. Informatika, vychislitel'naya tekhnika i upravlenie.-2016. -Vyp .12. -S.19.- Kazan': Izd-vo «Vestnik tekhnologicheskogo universiteta»::s. 140-142.

5 Lashkov, V.A. Kondrasheva, S.G. Halimbaev, R.R. Raschet i proektirovanie konicheskogo reduktora v module ARM Drive [Tekst] / V.A. Lashkov , S.G. Kondrasheva , R.R. Halimbaev // Vestn. Kazan. tekhnol. un-ta. Ser. Informatika, vychislitel'naya tekhnika i upravlenie. -2016. - Vyp.19. -S.20.-Kazan':Izd-vo «Vestnik tekhnologicheskogo universiteta»::s. 141-142.

6 Detali mashin [Tekst] : uchebnik / A. V. Tyunyaev [i dr]. - 2-e izd., ispr. i dop. - Sankt-Peterburg [i dr.] : Izd-vo Lan', 2013. - 731 s.

7 Borisov, V.M. Lashkov, V.A. Borisov, S.V. Konstruktorskiy kontrol' kursovyyh proektov i vypuskiy kvalifikatsionnykh rabot studentov mashinostroytel'nykh special'nostey [Tekst] / V.M. Borisov , V.A. Lashkov , S.V. Borisov // Vestn. Kazan. tekhnol. un-ta. Ser. Pedagogicheskaya i nauchnaya deyatel'nost'.-2010.-Vyp.11.-S.20.-Kazan':Izd-vo «Vestnik tekhnologicheskogo universiteta»: s. 401-405.

8 Osnovy proektirovaniya mashin [Tekst] : uchebnik / V.V. SHelofast [i dr]. - 1-e izd.,- M.: Izd-vo APM, 2000. - 472 s.

9 Osnovy proektirovaniya mashin. Primery resheniya zadach. [Tekst]: uchebnik / V.V. SHelofast [i dr]. - 2-e izd., ispr., - M.: Izd-vo APM, 2004. - 240 s.

10 Proektirovanie i raschet metodom konechnykh elementov trekhmernykh konstruktsiy v srede ARM Structure 3D. [Tekst]: ucheb. posobie dlya studentov ped. vuzov / A.A.Zamrij [i dr]. - M.: Izd-vo APM, 2004. - 208 s.

11 Raschet i proektirovanie valov. [Tekst]: ucheb. posobie dlya studentov ped. vuzov / V.N. Gluhikh [i dr]. □ SPb.: SPbGUNIPT, 2010. □ 76 s.

12 Osnovy proektirovaniya mashin [Tekst]: uchebnik / V.V. SHelofast [i dr]. - 2-e izd., perer. i dop., - M.: Izd-vo APM, 2005. - 472 s.

13 Proektirovanie i raschet metodov konechnykh elementov v srede ARM Structure3D[Tekst]: uchebnik / A.A. Zamrij . - 2-e izd., perer. i dop., - M.: Izd-vo APM, 2010. - 376 s.

14 Kurs lektsii: (http://sopromat.vstu.ru/metod/lek/lek_03.pdf)

15 Avtomatizirovannoe proektirovanie mashin na primera rascheta reduktor[Tekst]: ucheb. posobie dlya studentov ped. vuzov / D.A. Bezik [i dr]. - Bryansk.: Izd-vo BGSKHA, 2006.-31 s.

16Raschety napryazhennogo sostoyaniya elementov gruzopod"emnykh mashin s ispol'zovaniem sovremennogo programmnoy obespecheniya [Tekst]: Pod"emno transportnoye delo, №1 // -2008. - S, 2-5.

17 Soprotivleniye materialov [Tekst]: ucheb. dlya vuzov / V.I. Feodos'ev.-11-e izd., pererab. dop. – M.: Izd-vo MGTU im. Bauman, 2000. – 592 s.

18Soprotivleniematerialov [Tekst]:Ucheb.dlya nemashinostroit. spec. Vuzov / P.A. Stepin. -8-e izd.-M.: Vyssh. shk .,1988.-367s.

20 Raschet nekotorykh zadach mekhaniki v sisteme Mechanical Desktop [Tekst]: Uchebnoye posobie / P.A. Stepin. -8-e izd.-M.: Vyssh. shk ,1988.-367s

RESUME

Annotation In solving engineering problems, the FEM automated control system is mainly used. Using this system greatly simplifies the creation of solid-state and assembly models. The method of

calculating the initial diameter of the gearbox shaft under consideration is given. Determination and calculation of the magnitude of torques, design stresses for bending and torsion. The possibilities of the WinMachine ARM system in the field of 3D modeling are shown. In the graphical editor of the ARM FEM module, a solid-state design of the gearbox shaft was developed, dangerous shaft sections were identified, which were tested for strength using finite element analysis. The strength calculation of the gearbox shaft is presented in the form of maps of equivalent stresses according to Mises. According to the processed data of the results for 5 cross-section shapes of the part in question, 5 fatigue coefficients were established. We saw a change in the natural oscillations of the 5 shapes of the section of the part.

ТҮЙІН

Инженерлік мәселелерді шешуде негізінен FEM APM жүйесі қолданылады. Бұл жүйені пайдалану құрастыру модельдерін құруды айтарлықтай жеңілдетеді. Қарастырылып отырған редуктор білігінің бастапқы диаметрін есептеу әдістемесі келтірілген. Айналу моменттерінің шамасын, иілу мен бұралуға есептелген кернеулерді анықтау және есептеу. WINMACHINE APM жүйесінің 3D модельдеу саласындағы мүмкіндіктері көрсетілген. FEM APM модулінің графикалық редакторында редуктор білігінің қатты күйдегі дизайны жасалды, біліктің қауіпті қималары анықталды, олар ақырлы-элементтік талдау арқылы беріктігін тексеруден өтті.

Редуктор білігінің беріктігін есептеу Мизес бойынша эквивалентті кернеу карталары түрінде ұсынылған. Қарастырылып отырған бөліктің 5 қимасы бойынша нәтижелердің өңделген деректері бойынша 5 шаршау коэффициенті анықталды. Біз бөліктің 5 қимасы бойынша өзіндік тербелістер шамасының өзгеріс диапазонын анықтадық

ӘОЖ: 504.054:53.062.4

FTAXP 87.21.23

Бурханов Б.Ж., техника ғылымдарының кандидаты, доцент, **негізгі автор**, <https://orcid.org/0000-0001-5407-9859>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті»КеАҚ, БҚО, Орал қ, Жәңгір хан к-і 43/2,15

Burkhanov B.Zh., candidate of technical sciences, associate professor, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0001-5407-9859>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, zhazira77@mail.ru

ТОПЫРАҚТЫ МҰНАЙ МЕН РАДИОНУКЛИДТЕРДЕН ТАЗАРТУ ӘДІСТЕРІ METHODS OF CLEANING THE SOIL FROM OIL AND RADIONUCLIDES

Аннотация

Мақалада Құмкөл кен орнында жүргізілген зерттеулер негізінде мұнай-газ объектілерінде радионуклидтердің техногендік әсері ұсынылған.

Зерттеулер радиациялық нормативтер мен санитарлық нормалар шеңберінде жүргізілді және тәжірибенің мақсаты мұнаймен ластанған топырақтағы мұнай өнімдерінің, радионуклидтердің, ауыр металдардың ықтимал деңгейіне дейін тазарту арқылы топырақтағы радиация деңгейін төмендету болып табылады.

Ал, ауылшаруашылық қалдықтары болып саналатын - күріш пен сұлы қауызы мен сабанынан тотығу – органосолвентті әдіспен алынған техникалық целлюлозаға негізделген жоғары тиімді және салыстырмалы түрде арзан сорбенттер екені белгілі. Себебі Қызылорда өңірі үшін мұнай мен мұнай өнімдерінің ең перспективалы және тиімді деструкторы күріш қауызы болып табылады. Күріш қауызы - мұнай өнімдерінің биологиялық ыдырауы (деградациясы) мақсатында биологиялық өнімді шексіз мөлшерде өндіруге арналған ең арзан және қол жетімді шикізат.