

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА НАГРУЗОК В ЗАДАЧАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И НАХОЖДЕНИЯ СИЛ В МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЯХ

Князев А.С.

Сибирский государственный индустриальный университет, г.Новокузнецк

Ключевые слова: секция механизированной крепи, статически неопределимая система, кинетостатический анализ.

Аннотация. Исследование и проектирование секций механизированных крепей включает в себя решение задачи определения силовых нагрузок в системе, знание которых необходимо для подбора рациональных геометрических параметров деталей и узлов. В связи с тем, что схемы крепей обладают различной структурой, первоочередной задачей является анализ структуры системы с точки зрения теории механизмов и машин, который позволяет в дальнейшем выбрать наиболее подходящий метод расчета. В статье показаны особенности нахождения силовых характеристик механизированных крепей.

FEATURES OF TAKING INTO ACCOUNT LOADS IN THE TASKS OF DISTRIBUTING AND FINDING FORCES IN MECHANIZED SUPPORTS

Knyazev A.S.

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk

Keywords: section of mechanized support, statically indeterminate system, kinetostatic analysis.

Abstract. The study and design of sections of mechanized supports includes the solution of the problem of determining the power loads in the system, the knowledge of which is necessary for the selection of rational geometric parameters of parts and assemblies. Due to the fact that the support schemes have different structures, the primary task is to analyze the structure of the system from the point of view of the theory of mechanisms and machines, which allows you to choose the most appropriate calculation method in the future. The article shows the features of finding the power characteristics of the mechanized supports.

Один из недостатков, наблюдающихся при разработке механизированных комплексов заключается в том, что при их проектировании почти не уделяется внимание структурному анализу, как всей конструкции, так и ее узлов. Определение работоспособности конструкции должно начинаться именно с этого. Это становится понятным, если рассмотреть достоинства и недостатки статически неопределимых систем.

Структурный анализ, прежде всего, предусматривает определение степеней свободы механизма или степень статической неопределимости. Как следует из определения структурной схемы, при этом не учитываются размеры и нагрузки.

Под определенностью механизма понимается свойство всех его звеньев получать вполне определенные движения при сообщении заданного движения

лишь одному звену. Если это звено остановить, то остановится и весь механизм. Например, в направляющем четырехзвенном механизме (рис. 1) закрепление звена 2 (задается угол φ) лишает подвижности остальную часть механизма (звенья 3 и 4). Вместе с тем и весь механизм теряет способность двигаться - он обращается в жесткую систему, т. е. в систему, в которой исключается всякая возможность относительного перемещения звеньев и связанного с ним изменения конфигурации механизма.

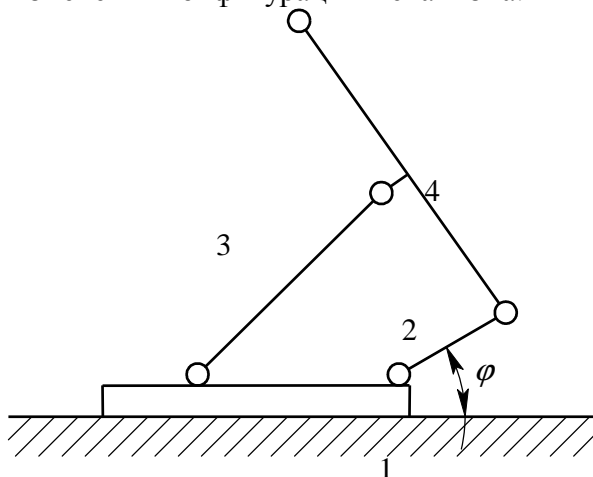


Рис. 1. Четырехзвенный механизм

В механизме секции на рисунке 2 необходимо фиксировать два звена – например, фиксацией звеньев 2 и 5 (заданием узлов φ_1 и φ_2). Обычно фиксация осуществляется заданием раздвижки гидростоек – x_1 и x_2 .

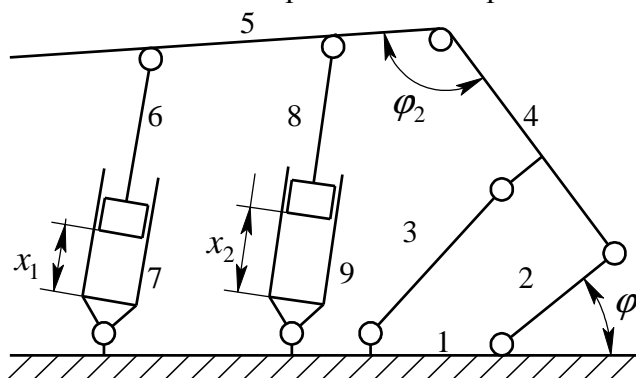


Рис. 2. Механизм секции типа МК

В теории механизмов свойство механизма обращаться в жесткую систему при определенном числе закрепленных звеньев используется для установления его подвижности. Механизм считается обладающим тем большей подвижностью, чем больше в нем нужно закрепить звеньев для обращения его в жесткую систему. Число дополнительных закреплений (кроме заземленного элемента, выполняющего функцию стойки) звеньев, как мера ликвидации подвижности механизма, носит название числа степеней

свободы, или подвижности механизма. В рассмотренных примерах (рис. 1 и 2) имеем механизмы с одной и двумя степенями свободы [1].

Системы, в которых опорные реакции и внутренние усилия во всех сечениях от заданной нагрузки можно определить при помощи уравнений равновесия (уравнений статики) называются статически определимыми.

У системы показанной на рисунке 3 имеется девять неизвестных (R_1-R_9). Для нее можно составить девять уравнений равновесия: три уравнения для верхняка, три для ограждения и три для основания. Решив систему из девяти уравнений; определим все неизвестные. Данная система является статически определимой.

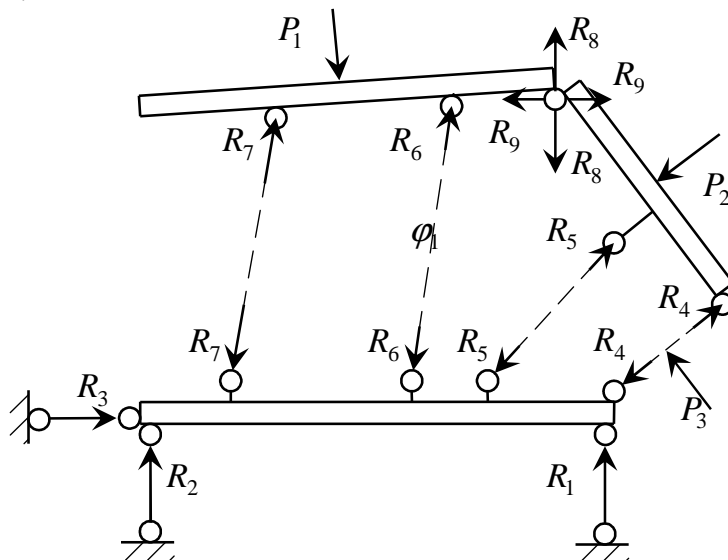


Рис. 3. Система с 9 неизвестными

Системы, в которых число неизвестных усилий в опорных стержнях или в элементах превышает число уравнений равновесия статики, которые могут быть составлены для этой системы, являются статически неопределимыми. Пример решения статически определимой системы приведен в материале [2].

У системы, изображенной на рисунке 4, имеется 11 неизвестных, а уравнений, как и ранее, можно составить только девять. Эта система является статически неопределимой. При расчете таких систем необходимо составлять дополнительные уравнения - уравнения деформаций.

Характерной особенностью статически неопределимых систем (в отличие от статически определимых) является то, что распределение усилий в них зависит не только от внешних сил, но и от соотношения между поперечными размерами отдельных элементов. Если элементы системы изготовлены из различных материалов, то распределение усилий зависит также от модулей упругости этих материалов. Другая особенность - смещение опор, температурные воздействия и неточность сборки конструкции обычно вызывают появление в таких системах дополнительных усилий, чего не происходит в статически определимых системах.

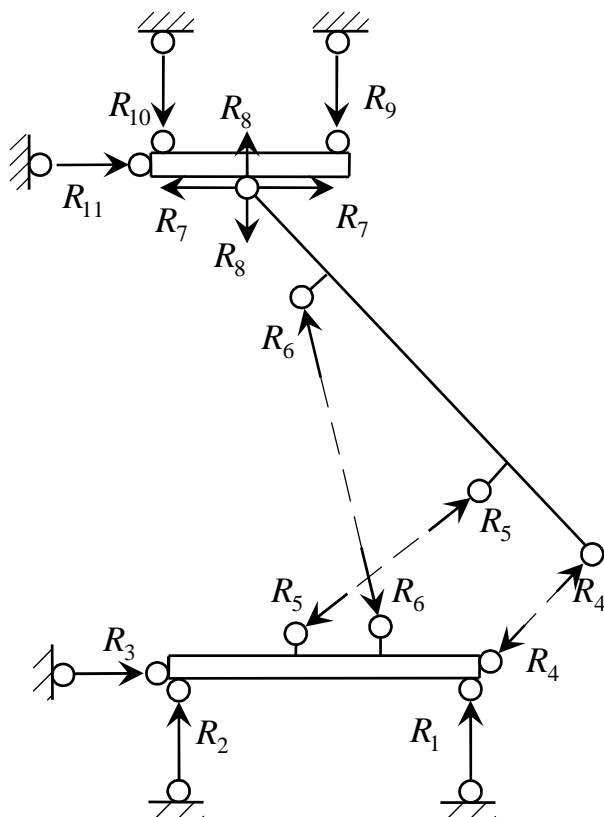


Рис. 4. Система с 11 неизвестными

Необходимо подчеркнуть, что для механизированных крепей, если они являются статически неопределимыми, такое явление как смещение опор, является обычным, даже неотъемлемым фактором, и о нем необходимо всегда помнить. Пример решения статически неопределимой системы приведен в материале [3].

В статически неопределимой системе выход из строя одной связи понижает лишь степень статической неопределимости или переводит систему в разряд статически определимых. При этом конструкция может продолжать выполнять свое назначение, правда, как правило, при несколько меньшей нагрузке. Таким образом, повреждение статически неопределимой может быть своевременно замечено и устранено без катастрофических последствий обрушения.

Еще одна особенность статически неопределимых систем заключается в том, что наиболее жесткие ее элементы воспринимают на себя относительно большую нагрузку, чем элементы, более слабые и гибкие. При этом увеличение жесткости или площади сечения какого-либо элемента приводит к некоторому увеличению усилия, воспринимаемого этим элементом, и наоборот.

В статически определимой системе, наоборот, мы можем сколько угодно изменять размеры сечения какого-либо элемента, все равно усилие в этом

элементе останется неизменным. Последнее обстоятельство позволяет так подобрать сечение в статически определимой системе, чтобы все ее элементы работали с одинаковым напряжением, то есть, наиболее полно используя материал, а в статически неопределимой системе такого положения, как правило, достичь не удастся, и материала требуется несколько больше.

Список литературы

1. Ремизов А.В. Горношахтное оборудование для добычи угля подземным способом / А.В. Ремизов, П.В. Егоров, А.И. Жаров и др. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2004. – 292 с.
2. Князев А.С. К вопросу о кинестатическом исследовании механизмов с подвижными приводами на примере секций механизированных крепей // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – №6. – С. 66-67.
3. Князев А.С. Задача о нахождении сосредоточенных сил, действующих на звено поддержки, при заданной нагрузке // МашиноСтроение: Материалы XXIII-XXIV международных научно-практических конференций по проблемам механики и машиностроения. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. – №23. – С. 91-95.

References

1. Remizov A.V. Mining equipment for underground coal mining / A.V. Remizov, P.V. Egorov, A.I. Zharov, etc. – Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2004. – 292 p.
2. Knyazev A.S. To the question of the kinetostatic study of mechanisms with movable drives on the example of sections of mechanized supports // Bulletin of the Kuzbass State Technical University. – 2014. – No.6. – P. 66-67.
3. Knyazev A.S. The problem of finding concentrated forces acting on the support link at a given load // MashineStructure: Materials of the XXIII-XXIV international scientific and practical conferences on problems of mechanics and mechanical engineering. – Novokuznetsk: Publ. house of the SibSIU, 2014. – No.23. – P. 91-95.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Князев Антон Сергеевич – старший преподаватель кафедры механики и машиностроения, Сибирский государственный индустриальный университет, г.Новокузнецк, Россия, knyazev_a.s@mail.ru	Knyazev Anton Sergeevich – senior lecturer of the Department of Mechanics and Mechanical Engineering, Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia, knyazev_a.s@mail.ru
---	--

Получена 25.03.2021