

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ А. ВЕЛЛЕРА
В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК**

Н.М. ЗНАМЕНСКИЙ, студент
Российский университет дружбы народов, Москва, Россия
mr.znam@mail.ru

На протяжении долгого времени ученые и инженеры проводили исследования в области фундаментальных наук. Эти исследования были тесно связаны со строительством в различных сферах, в частности железнодорожной. В ходе строительства и широкой эксплуатации железных дорог в 19 веке, перед инженерами и конструкторами встала сложная проблема, которая основывалась на прочности и стойкости железнодо-

рожного полотна. В ходе эксплуатации поездов, железнодорожное полотно подвергалось большим нагрузкам. Зачастую, оно не выдерживало, и это приводило к быстрому выходу из строя, а иногда к катастрофам. Решить данную проблему попробовал немецкий инженер Август Вёллер. Он потратил огромное количество времени и сил, проводя систематические исследования усталости материалов. В результате проделанной работы он внёс огромный вклад не только в практическом плане в железнодорожное строительство, но и в такие фундаментальные инженерные науки как сопротивление материалов и техническая механика. В статье рассматриваются основные достижения А.Веллера в области инженерных наук.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фундаментальные науки, железная дорога, А. Веллер, усталость, сопромат, техническая механика.

Одним из самых выдающихся инженеров в исследовании фундаментальных наук был Август Вёллер. А. В. (1819-1914) родился в семье школьного учителя недалеко от Ганновера и получил техническое образование в Ганноверском политехническом институте. После окончания получил стипендию и командировку для прохождения практики на строительстве железных дорог и паровозных заводах вначале в Берлине, а затем в Бельгии. После возвращения в Ганновер он был назначен заведующим железнодорожными мастерскими в Ганновере, а затем переехал во Франкфурт-на-Одере (Германия), где стал заведовать подвижным составом на Нижне-Силезской железной дороге и где проводил исследования усталостной прочности.

Постоянство свойств материала имеет существенное значение при его практическом использовании, и в стремлении достигнуть такого постоянства А. Веллер разработал технические условия на материалы, поступающие для использования на железных дорогах. Основная работа А. Веллера по усталости металлов была выполнена им с намерением найти мероприятия, которые могли бы снизить аварийность, выражавшуюся в постоянных поломках осей подвижного состава на Нижне-Силезской железной дороге

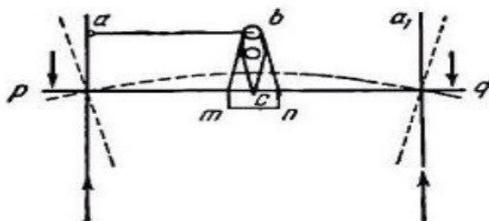


Рис. 2

[1]. Чтобы определить наибольшие значения сил, действующих на ось в эксплуатационных условиях, А.Веллер воспользовался установкой, которая изображена схематично на рисунке 1.

Часть механизма *mnb* крепко закреплена на оси *pq*, а стрелка *bc* с помощью шарнирного бруса *ab* соединена с бандажом колеса. В результате изгиба оси, показанного на схеме пунктиром, шарнир *a* смещается и острие *c* стрелки *bc* оставляет царапину на цинковой пластине *mn*. Зная наибольшие значения действующих на ось сил, А. Веллер приступил к исследованию ее прочности в условиях знакопеременного напряженного состояния. Для этой цели была сконструирована специальная машина, главной частью которой был цилиндр *ab*, вращавшийся в подшипниках *c* и *d* со скоростью около 1500 об/мин (Рис.2) [2].

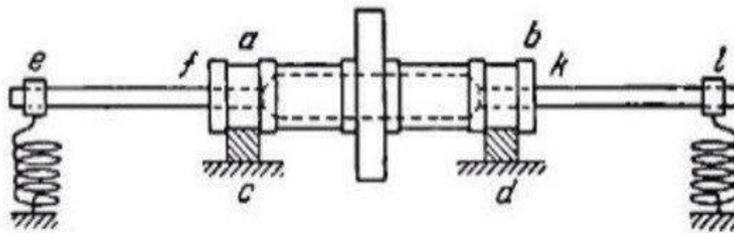


Рис. 2.Рис. 1.

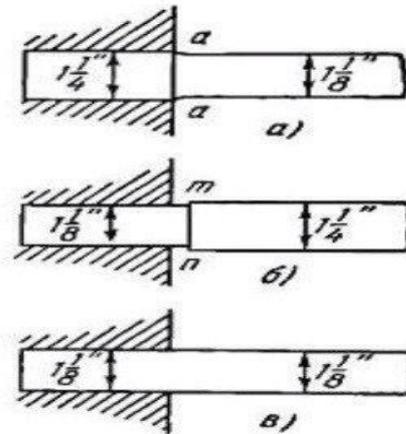


Рис. 3.

Однако для фундаментального изучения усталостной прочности металла требовалось большое количество испытаний, и А. Веллер решил для этой цели перейти от натуральных испытаний с настоящими осями железнодорожного подвижного состава к образцам меньших размеров, полученным

путем механической обработки из цилиндрических брусьев (Рис.3). Использование таких уменьшенных образцов позволило повысить скорость вращения испытательной машины приблизительно до 40000 оборотов в день. Таким образом, образцы можно было подвергать действию многих миллионов циклов напряжения. А. Веллер установил, что отрицательное влияние острых углов и резких изменений профиля может быть смягчено введением плавных переходов.

Поскольку испытания на выносливость требуют много времени и сопряжены с большими материальными издержками, Вёлер, естественно, попытался найти какие-либо зависимости между усталостной прочностью и другими механическими характеристиками материала, определяемыми при статических испытаниях [2]. Насколько можно судить, особенно он интересовался пределом упругости тех материалов, с которыми он производил усталостные испытания. Установление предела упругости по испытаниям на растяжение требует точного измерения весьма малых удлинений, пригодных же для этой цели инструментов в то время еще не существовало. Поэтому Вёлер решил определить предел упругости по испытаниям на изгиб, хотя он и отдавал себе ясный отчет в том, что этот метод не обеспечивает надлежащей точности, поскольку предельное напряжение достигается сначала самыми крайними волокнами, а начало текучести становится заметным лишь после того, как в значительной части материала напряжения уже превзойдут предел упругости.

Чтобы сделать такие измерения точными, Вёлер применил специальную систему нагружения в построенной им для этой цели машине (Рис.4).

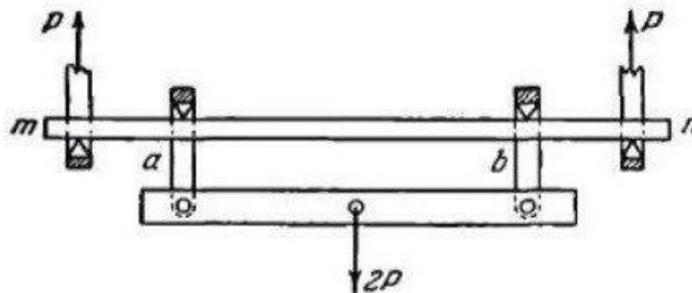


Рис. 4.

Благодаря ей участок *ab* образца *mn* испытывает чистый изгиб, и потому из точного измерения прогибов становится возможным определить модуль упругости *E* и нагрузку, при которой начинается необратимая деформация.

Август Веллер внес большой вклад в научную основу проектирования металлических конструкций, подвергающихся повторным напряжениям, классическими опытами с железом и сталью в условиях повторного растяжения-сжатия, результаты которых были опубликованы в 1858—1870 го-

дах. Л. Шпангенберг в 1874 году впервые графически изобразил результаты исследований, опубликованных А. Веллером в виде таблиц. С тех пор графическое представление полученной зависимости между амплитудами напряжения цикла и числом циклов до разрушения называют диаграммой Веллера. А. Веллер ввел понятие о физическом пределе выносливости – максимальном циклическом напряжении, при котором нагрузка может быть приложена неограниченное число раз, не вызывая разрушения [3].

Экспериментальная работа Вёлера носила основополагающий характер: с полным основанием можно утверждать, что именно с нее берет начало научное изучение усталости материалов. Для каждого вида своих испытаний Вёлер проектировал и конструировал все необходимые машины и измерительные инструменты. При проектировании их он предъявлял весьма строгие требования к точности, с которой должны были измеряться силы и деформации; по этой причине его машины представляют собой серьезный шаг вперед в технике испытания материалов.

Литература

1. Тимошенко С.П. История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений (пер. с англ.). М: Гос. изд-во технико-теор. лит-ры, 1957г. – 536с.
2. http://mysopromat.ru/uchebnye_kursy/istoriya_soprotivleniya_materialov/biografii/veler_avgust/.
3. Терентьев В.Ф., Оксогоев А.А. Циклическая прочность металлических материалов: Уч. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. – 61с.

A. WELLER'S BASIC RESEARCH IN ENGINEERING

N.M. ZNAMENSKII, student

Peoples' Friendship University, Moscow, Russia

mr.znam@mail.ru

For a long time scientists and engineers conducted the EC-repetition in the basic sciences. These studies were closely associated with the construction in various fields, in particular railway. During construction and the general operation of the railways in the 19th century, the engineers and designers were faced with a difficult problem, which was based on the strength and stability of a railroad bed. During the operation of trains, railway bed is subjected to high loads. Often, it will not survive, and this led to a rapid failure, and sometimes disaster. German engineer August Wöhler tried to solve this problem. He spent a huge amount of time and effort, conducting systematic research fatigue. As a result of this work, he made an enormous contribution not only in practical terms, in the railway construction, but also in the fundamental engineering sciences such as strength of materials and technical mechanics. The paper is about A.Weller's main achievements in the field of engineering.

KEYWORDS: *fundamental science, railroad, A. Weller, fatigue, strength of materials, technical mechanics.*

