

К ИСТОРИИ ТЕПЛОТЕХНИКИ И ГИДРАВЛИКИ

Шкода Николай Иванович

Чтобы понять какое-нибудь явление, нужно знать его предысторию (генезис) и историю развития.

Сегодня невозможно представить квалифицированного специалиста в области техники без знания теплотехники и гидравлики. Теплотехника и, прежде всего, термодинамика и гидромеханика (гидравлика) - особые прикладные науки, тесно связанные между собой и оказывающие огромное влияние на развитие техники. Их значение в науке и практике трудно переоценить, так как почти все явления природы, многие технические устройства и механизмы в той или иной степени связаны одновременно с процессами обмена и преобразования энергии и механикой капельных (несжимаемых) и газообразных (сжимаемых) жидкостей.

Исторически сложилось так, что в рамках гидромеханики изучалось движение не только жидкостей, но и газов. Это объясняется близостью законов их движения в том случае, если скорости движения жидкостей и газов меньше скорости звука. С ростом скоростей в авиации, развитием тепловых паро- и газотурбинных установок и реактивных двигателей из гидромеханики выделились аэромеханика и газовая динамика, которые изучают такие свойства газов, как сжатие, движение под действием некоторых сил (динамика), а также основные термодинамические газовые законы, исключая вопросы равновесия (статики).

Первые упоминания о научном подходе к решению вопросов, связанных с гидравликой, относятся к 250 г. до н. э., когда Архимедом в трактате "О плавающих телах" был сформулирован его знаменитый закон. Он нашел широкое применение при проверке изделий из драгоценных металлов и определении плавучести кораблей.

В конце XV в. Леонардо да Винчи (1452-1519 гг.) написал труд "О движении воды в речных сооружениях", 1585г. Симон Стевин (1548-1620 гг.) - книгу "Начала гидростатики", в которой изложил правила определения силы давления на дно и стенки сосудов. В 1612г. появился трактат Галилея

(1564-1642 гг.) "Рассуждение о телах, пребывающих в воде, и о тех, которые в ней движутся", а в 1643г. ученик Галилея Торричели (1608-1647 гг.) впервые исследовал движение жидкости и установил закон ее вытекания через отверстия в сосуде. В 1650г. французский ученый Блез Паскаль (1623-1662 гг.) открыл закон о передаче внешнего давления в жидкости (известный закон Паскаля), в 1687г. гениальный английский ученый Исаак Ньютон (1643-1727 гг.) сформулировал законы внутреннего трения в движущейся жидкости, впервые введя в науку понятие о вязкости жидкости в своем известном труде "Математические начала естественнонаучной философии". Он, основываясь на собственных опытах, установил, что сопротивление тел при движении в жидкости пропорционально квадрату скорости.

Гидромеханика как наука впервые была представлена в XVIII ст. в трудах членов Петербургской академии наук М.В. Ломоносова (1711-1765 гг.), Л.П. Эйлера (1707-1783 гг.) и Д.И. Бернулли (1700-1782 гг.).

Работы М.В. Ломоносова по "О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном" (1750г.), "Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих" (1753г.), "Попытка теории упругой силы воздуха" (1756г.) и др. явились основополагающими для создававшейся гидромеханики. Он также разработал и построил прибор для измерения скорости и направления ветра, создал "аэродрольную" машину - прообраз современного вертолета.

Не менее существенный вклад внес М.В. Ломоносов в развитие термодинамики, до появления работ которого все тепловые процессы в природе объяснялись ложным представлением о существовании теплорода. Под последним подразумевалась некоторая невесомая, невидимая для глаз человека жидкость, которая могла перетекать из одних тел в другие. По количеству этой жидкости в отдельных телах можно было судить о степени их нагревания.

Поразительно то, что М.В. Ломоносову была совершенно ясна кинетическая природа теплоты.

В "Размышлениях о причинах теплоты и стужи" (1750г.) он решительно отверг теорию теплорода и высказал убеждение о том, что теплота является формой движения мельчайших частиц тела. Он картинно связал нагрев тела с возрастанием поступательного и "колесоватного" движения (вращательное движение) атомов и молекул, называя их, конечно, иначе. Приняв, с одной стороны, атомистическое строение вещества и, с другой, подчинив взаимодействие между атомами законам столкновения упругих тел, М.В. Ломоносов смог первым правильно построить полную картину тепловых явлений на основе кинетической концепции. В приведенной работе М.В. Ломоносова подчеркивается количественная и качественная стороны процесса теплообмена. Количество переданного движения одним телом другому не может быть больше, чем имеет само первое тело, что является содержанием первого закона термодинамики. Качественная сторона процесса заключается в том, что движения, а значит, и теплота, могут передаваться лишь от тела, более нагретого, к телу, менее нагретому, и что эта передача может происходить лишь до тех пор, пока не сравняются скорости движения частичек обоих тел. Невозможна, следовательно, и передача теплоты от холодного к более тепловому телу. Указанные соображения Ломоносова составляют содержание второго закона термодинамики в формулировке, высказанной Клаузиусом в 1850г., т.е. спустя примерно 100 лет после Ломоносова.

Высказывания М.В. Ломоносова "о высшей степени холода" представляют большой интерес в непосредственной связи с третьим законом термодинамики. Ученый писал: "Нельзя назвать какую-нибудь определенную скорость движения, чтобы мысленно нельзя было представить себе большую скорость. Это надо, конечно, отнести и к тепловому движению, поэтому высшая и последняя степень теплоты не есть мыслимое движение. Наоборот, то же самое движение может настолько уменьшиться, что, наконец, тело достигнет состояния совершенного покоя и никакое дальнейшее

уменьшение движения невозможно. Следовательно, по необходимости должна существовать наибольшая и последняя степень холода, состоящая в полном отсутствии вращательного движения их". И далее: "Так как воздух всюду и везде наблюдается газообразным, т.е. теплым, то все тела, окруженные земной атмосферой, хотя бы и казались чувствами холодными, теплы и поэтому высшей степени холода на нашей планете не может быть".

Принцип недостижимости абсолютного нуля температур вытекает как одно из следствий тепловой теоремы Нернста (1906г.) и является, по современным представлениям, третьим законом термодинамики. Приведенные выше соображения

Ломоносова о "наибольшей и последней степени холода" высказаны им примерно за 160 лет до Нернста.

Самым крупным достижением М.В. Ломоносова было открытие и экспериментальное доказательство одного из фундаментальных законов природы - закона сохранения материи. В 1756г. он поставил классический опыт, в котором показал, что в запаянном сосуде при нагревании происходит окисление свинцовых пластинок, но при этом общий вес сосуда не изменяется. Данный эксперимент аналогичен знаменитому опыту Лавуазье, проведенному на 17 лет позже. В "Рассуждениях о твердости и жидкости тел" М.В. Ломоносов так сформулировал одно из этих положений: "Ежели где убудет

несколько материи, то умножится в другом месте... Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения, ибо тело, движущее своею силою другое, столько же оные у себя теряют, сколько сообщают другому, которое от него движения получает".

В основе этого положения лежит представление о первом законе термодинамики, являющемся по современным воззрениям законом сохранения и превращения энергии - той общей меры различных форм движения материи, величина которой остается неизменной при любых взаимных ее превращениях.

(Продолжение в сл. номере)

СЕМЬ РАЗ ОТМЕРЬ...

АВАРИЯ БАШЕННОГО КРАНА КБ-674А ПО ПРИЧИНЕ СМЕЩЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС ПРОТИВОВЕСА



И.С. Гольдберг, начальник конструкторского бюро ОО "БОИМ"

На погрузочно-разгрузочной площадке строительно-кооперативной фирмы "Мозырьпромстрой" в г. Мозыре 20 июня 1996 года произошла авария башенного крана КБ-674А (выпуска 1991 года, грузоподъемностью 12,5 т, грузовой момент 200 тм) с травмированием крановщика.

Работы выполнялись по технологическим картам, с исправными стропами, обученным и аттестованным обслуживающим персоналом. Кран использовался с максимальной грузоподъемностью 3т.

В день аварии крановщик приступил к работе, не сделав записи в крановой журнал о результатах осмотра крана. После погрузки кирпича он повернул стрелу без груза к месту складирования поддонов. Раздался треск и началось падение с высоты 18 м поворотного оголовка в сторону противовесной консоли, которая ударилась о землю и переломилась. Затем началось скручивание и разворот стрелы. Произошел удар конца стрелы о землю и ее пе-

релом посередине. Переломанным оказался также выходной вал редуктора механизма вращения, расположенного со стороны стрелы крана.

Организационными и техническими причинами аварии в материалах расследования указаны:

- нарушение требований инструкции крановщиком;
- выполнение работ краном без записей в крановом журнале о результатах осмотра крана перед началом работы и недостаточный контроль за исправностью крана со стороны ответственных лиц;
- обрыв болтов опорно-поворотного устройства (ОПУ) по причине некачественного монтажа (подчеркнуто нами) и заводских дефектов редуктора механизма поворота.

Краны серии КБ оснащены унифицированными механизмами поворота кранов (рис. 1). В комплект механизма входят вертикально расположенный фланцевый электродвигатель 2, тормоз 1, планетарный редуктор со съемной крышкой и вертикально расположенными валами 3. На выходном валу редуктора, имеющего в плане овальную форму, закреплена шестерня 5, которая входит в зацепление с зубчатым венцом ОПУ 6. Механизмы поворота крепят к поворотной платформе крана 4 шарнирно: с помощью вертикального шкворня 7, входящего в отверстие прилива на корпусе редуктора, и натяжным болтом, служащим для фиксации механизма и регулировки зацепления. Такое крепление механизмов поворота позволяет их быстро и легко монтировать и демонтировать при ремонте, а также регулировать зацепление между выходной шестерней и зубчатым венцом ОПУ. При монтаже крана и при ремонте в процессе эксплуатации производится