



"Н.В. Гоголь" - последний колесный пароход Советского Союза и России

КОЛЕСНЫЕ ПАРОХОДЫ

НА ЗАРЕ ВЕКА ПАРА И ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Виктор Сергеевич Шитарёв,

капитан дальнего плавания

(Продолжение. Начало в №№ 1-3 - 2015)

Известно, что Д. Уатт определил единицу измерения мощности паровой машины, как 1 л.с. Известна и история с лошады. Но в действительности дело обстоит несколько сложнее. В конце XVIII века конструкторы паровых машин уже поняли, что для повышения КПД пар в цилиндр машины нужно подавать только в начале рабочего цикла, до, например, 1/5 хода поршня. Затем клапан подачи пара перекрывался, и пар, расширяясь, завершал рабочий ход поршня. И все конструкторы, исходя из различных соображений, широко варьировали величиной "перекрыша" пара. Зачастую они находили правильное решение,

проделав немало экспериментов.

Но к тому времени Д. Уатт предложил еще и формулу, по которой можно было рассчитать мощность паровой машины. В ней учитывалось среднее давление пара в цилиндре, которое определялось как разность давлений в момент впуска пара в цилиндр и в момент завершения рабочего хода. Допустим, пар подавался под давлением 9 англ. фунтов/квадратный

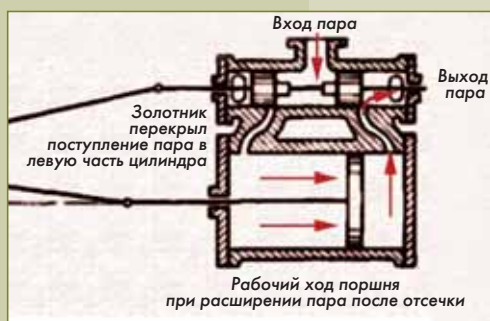
дюйм. Затем подача пара прекратилась, и в конце рабочего хода давление упало до 2 фунтов. Значит среднее давление равно 7 фунт/дм². Отсюда вывод - чем выше среднее давление, тем больше мощность.

Затем в формуле учитывался диаметр цилиндра в дюймах; ход поршня в футах и частота вращения вала машины в об./мин. Со временем эта формула уточнялась, "обрасталала" всевозможными коэффициентами. В результате, в литературе, когда речь заходила о мощности старинных паровых машин, допущено много ошибок и неточностей. К примеру, давление в паровых котлах измеряли количеством фунтов на квадратный дюйм, но в разных странах фунты были разными, хотя и слабо отличались по массе друг от друга. Например, английское давление 7 фунт/дм² в России уже будет равно 7,75 фунт/дм². Сам Д. Уатт определял 1 л.с. равной 550 фунт-фут/с, затем он преобразовал свою формулу и вместо оборотов, ввел в нее линейную скорость хода поршня с размерностью фут/мин., а также количество цилиндров машины. Формула получилась очень простой, но неточной, хотя во всех странах ее использовали многие изобретатели.

Давление в фунтах на квадратный дюйм не удовлетворяло инженерный корпус по известным причинам. Поэтому позже его стали измерять в атмосферах: 1 атмосфера = 1 кг/см² тогда 1 фунт/дм² будет, приблизительно равен 0,07 атм. Так удалось достичь некоторого единообразия, но в печати также появились ошибки и неточности. И вот какие. Иногда в статьях единицу измерения давления давали как "а.т.а.", иногда - "а.т.и.". В чем тут разница? Если вам попал в руки документ, в котором говорится о давлении пара в котле, равное, например, 15 а.т.а., то сле-

дует понимать, что это давление с учетом атмосферного давления. А сама аббревиатура расшифровывается - техническая атмосфера, абсолютная.

Но инженер знает, что если в котле нет давления, превышающего атмосферное, то и работы никакой произведено быть не может. Тогда и стрелка манометра должна быть на нуле. Теперь, если поднять давление в котле на одну атмосферу, то и манометр должен показать "1". Единица измерения в данном случае "а.т.и.", и эта аббревиатура читается как техническая атмосфера, истинная. Следовательно, 1 а.т.а = 0 а.т.и.



Оба манометра подключены к одной магистрали, но левый проградуирован в а.т.и., а правый - в а.т.а. Их показания отличаются на "1"

Попробуем продолжить "распутывать" клубок дальше. Предложенная Д. Уаттом формула была столь понятна и привлекательна своей простотой, что понравилась и деловым людям. Заказчики паровых машин и судов в своих контрактах и документах купли-продажи указывали мощность, рассчитанную по формуле Д. Уатта. Эта же мощность фигурировала в отчетах и донесениях должностных лиц. Так появились "номинальные лошадиные силы" или "нарицательные лошадиные силы", т.е. не соответствующие действительности. Это несоответствие особенно стало заметным при появлении двух-, трех- и четырехцилиндровых паровых машин с двух- и трехкратным расширением пара.

Но особенно грешила формула Д. Уатта, когда появились машины высокого давления. 200 лет назад к машинам низкого давления относили машины, работавшие при давлении пара 40...50 фунт/дм²; а двигатели, работавшие при давлении пара около 150 фунт/дм² относились к машинам высокого давления. Хотя, по нашим современным понятиям и пер-



Памятник Уатту в Бирмингеме



Вот что бывает, если манометр не работает

вое давление (около 3 а.т.и.), и второе (10,5 а.т.и.) никак не назовёшь высокими. Такое деление было, во многом условно, но так было.

В середине XIX в. был изобретен индикатор - прибор, позволявший измерять величину работы пара в единицу времени в каждом цилиндре в отдельности. И тогда выяснилось, что формула Д.Уатта занижает мощность машины в 4...8 раз. Чем выше давление пара, тем больше ошибка. Появилась новая единица измерения - индикаторная лошадиная сила (и.л.с.). Например, в архивах завода "Красное Сормово" была найдена документация по пароходу "Ратмир" (1886 г.), где говорилось, что судно имеет машину мощностью 80 л.с., а рядом в скобках написано 336 и.л.с. Получается, что соотношение между и.л.с. и нарицательными (или номинальными) лошадиными силами равно 4,2.

Но этим дело не кончилось. Индикаторная мощность паровой машины не учитывает силу трения, возникающую в самом двигателе, приводах, подшипниках и т.п. Поэтому, непосредственно к движителю подводится мощность, приблизительно, на 15 % ниже индикаторной. Мощность, подводимая к движителю называется эффективной, так появились эффективные лошадиные силы (э.л.с.).

Затем стали популярны и другие характеристики, в основном удельные: расход топлива в единицу времени на 1 л.с.; масса двигателя на 1 л.с., мощность на 1 кг массы двигателя и т.п. Размерность этих величин я не привожу намеренно, т.к. в каждой стране использовались свои единицы измерения, даже после того, как была общепризнана метрическая система единиц. Даже в первой половине нашего века можно было встретить барометр, шкала которого проградуирована в фунтах на кв. дюйм, а рядом с ней градуировка в мм ртутного столба. Что делать: моряки немного консервативны, но этот консерватизм несёт больше пользы, чем новые поветрия, так как "замешан" на огромном жизненном опыте поколений и присущей ему мудрости.

Были свои характеристики и у паровых котлов, это прежде всего давление пара, размерность его нам уже известна. Далее шли масса котла пустого и с водой до рабочего уровня, площадь нагрева - площадь топочного пространства и других поверхностей, омываемых пламенем и раскалёнными газами, образующимися при сгорании топлива. Важной характеристикой была площадь колосниковой решетки - поверхности топки котла, на которой сжигалось топливо, например, дрова или каменный уголь. Паросъем - масса воды превращающаяся в пар в единицу времени.

Первые паровые котлы были сделаны по принципу поставленного на огонь чайника, их называли еще котлами сундучного типа. Они обладали очень низкой паропроизводительностью, т.к. имели очень малую площадь нагрева. При их усовершенствовании конструкторы пошли "во все тяжкие" лишь бы увеличить площадь донца "чайника". В результате поисков, появились котлы галерейного типа. В них вода окружала все топочное пространство. Была увеличена также длина дымохода, и раскаленные топочные газы омывали галерейные полости с котельной водой. На этом резерв дальнейшего увеличения площади нагрева и в этих котлах был исчерпан. Но поиск продолжался.

Дальнейшее направление поисков в совершенствовании паровых котлов хотелось бы сопроводить

старым-престарым морским анекдотом, беззлобным, но актуальным. Смысл его таков: *Встретил как-то на Графской пристани в Севастополе Павел Степанович Нахимов офицера, служившего на пароходе.*

- Что ж это Вы, господин лейтенант, совсем морскую службу забросили? На "самоваре" плаваете...

Но это шутка. П.С. Нахимов прекрасно понимал паровое дело и был его сторонником. Кстати, "самовар" (так моряки называли первые пароходы), здесь упомянут не случайно, вспомним его устройство. Вода в самоваре омывает камеру сгорания и огневую трубу, выходящую из самовара - гениальное изобретение наших предков. На огневую трубу одевается самоварная труба. Чем не судовой паровой котел? А что, если пойти по пути увеличения количества огневых труб?

Так появился новый тип огнетрубных судовых паровых котлов, просуществовавший до конца второй половины XX столетия. Он и сейчас вполне пригоден для практического применения там, где давление пара можно ограничить величиной 14...16 а.т.и. Топить его можно дровами, каменным углем, мазутом. В общем, он неприхотлив, пригоден для сжигания любого вида топлива и обладает неплохим КПД. Обычно, эти котлы имели 2-3 топки, заканчивавшиеся огневой камерой. Из нее к дымоходу шли дымогарные трубки, в которых догорали летящие в трубу мелкие частицы топлива. И топки, и дымогарные трубки омывались котельной водой.

Дальнейшее наращивание площади нагрева потребовало нового подхода и других решений. Теперь уже воду поместили в специальные, расположенные в пламени топочного пространства водогрейные трубки. Так появились водотрубные котлы, которые служат и в наши дни на крупных теплоэлектростанциях. Их КПД превышает 90 %, в качестве топлива используют, преимущественно, мазут, а рабочее давление пара уже превысило 60 а.т.и.

(Продолжение следует.)



Гравюра старинного котла галерейного типа

Огнетрубный паровой котел

