

Возникновение и последующее внедрение в производство новой техники всецело определяются острой потребностью в ней, когда существующая техника перестает удовлетворять новым нуждам, возникающим в производстве. Потребность в паровой турбине возникла в промышленности в связи с начавшимся применением рабочих машин, обладающих высокой скоростью вращения: дисковых пил, центрифуг, центробежных насосов и т.д.

Ряд попыток построения паровых турбин, основанных на реактивном принципе, показаны еще в 1837г. в «Элопиле». Опыты над истечением пара показали, что имелись большие трудности в осуществлении паровой турбины, связанные с высокими скоростями пара. Открытое на основе эксплуатации гидравлических турбин отношение между скоростями движущей среды и воспринимающей работу лопатки показало, что паровая турбина может эффективно работать только при очень больших числах оборотов.

В опубликованной в 1853 г. работе Делоншана указывалось, что «...пар, как бы ни было мало его давление, имеет чрезвычайно большую скорость при истечении из сосуда, в котором он заключался. Для того чтобы дать хороший к.п.д., скорость на окружности колеса, приводимого в движение паром, не должна быть меньше половины скорости пара». Это обстоятельство мешало употреблению реактивных колес.

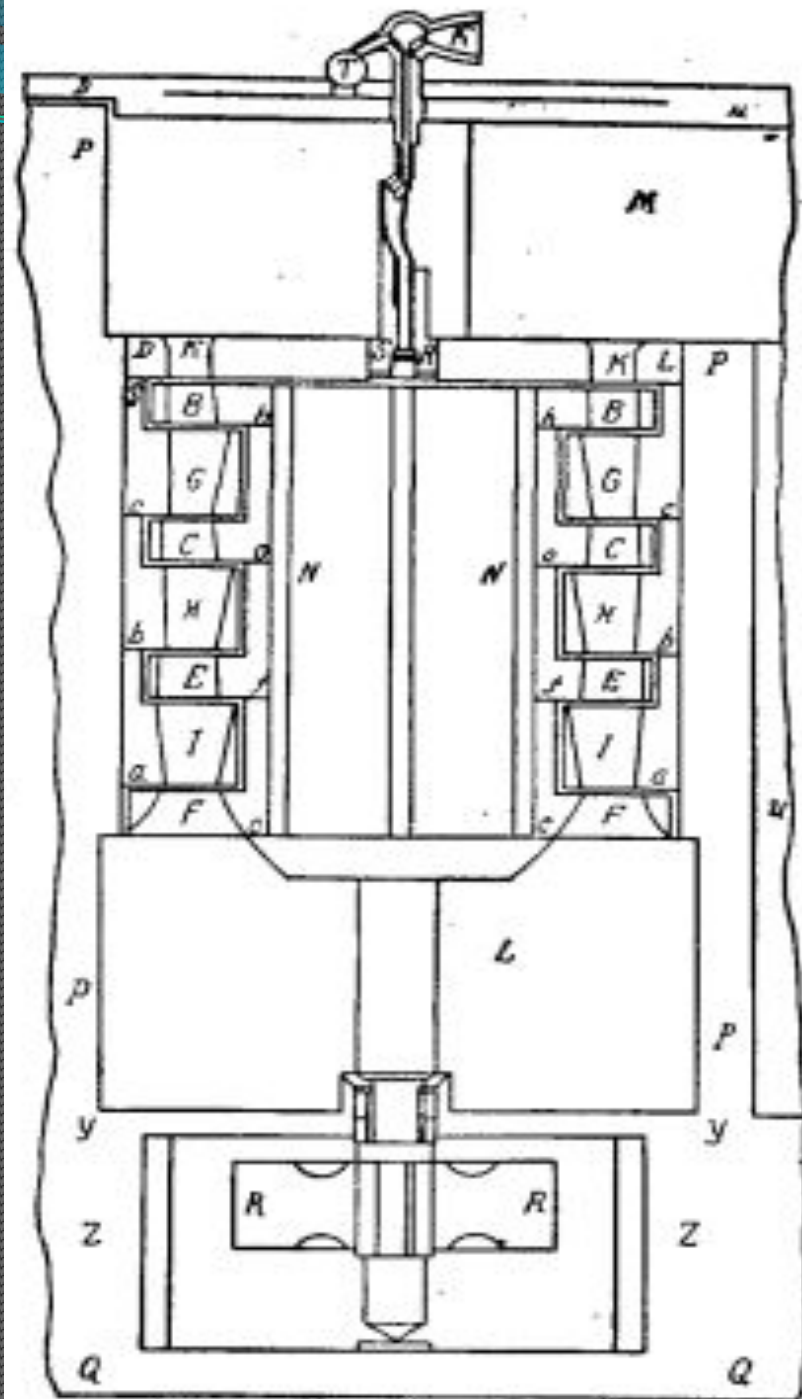
Таким образом, перед изобретателями турбин намечались два возможных пути: изыскание способов снижения числа оборотов паровых турбин без потери к.п.д. и разработка конструкций, способных работать с большим (несколько тысяч в минуту) числом оборотов.

Первое направление было намечено Леруа еще в 1840г. Оно заключалось в применении многоступенчатой турбины. Более отчетливо принцип многоступенчатых турбин в качестве метода снижения числа оборотов был высказан в записке Турнера, рассмотренной в 1853г. на заседании Парижской академии наук

Кроме Турнера многоступенчатый принцип был предложен рядом изобретателей (Жирар, Перриго и Форко, Эдвардс и др.) – все увеличивавшееся количество различных конструкций паровых турбин, разработанных в течение второй половины XIX в., свидетельствует о возникновении и постепенном обострении противоречия между тихоходной и паровой машиной и растущим парком быстроходных рабочих машин. Изобретателям был дан специальный заказ на новый двигатель.

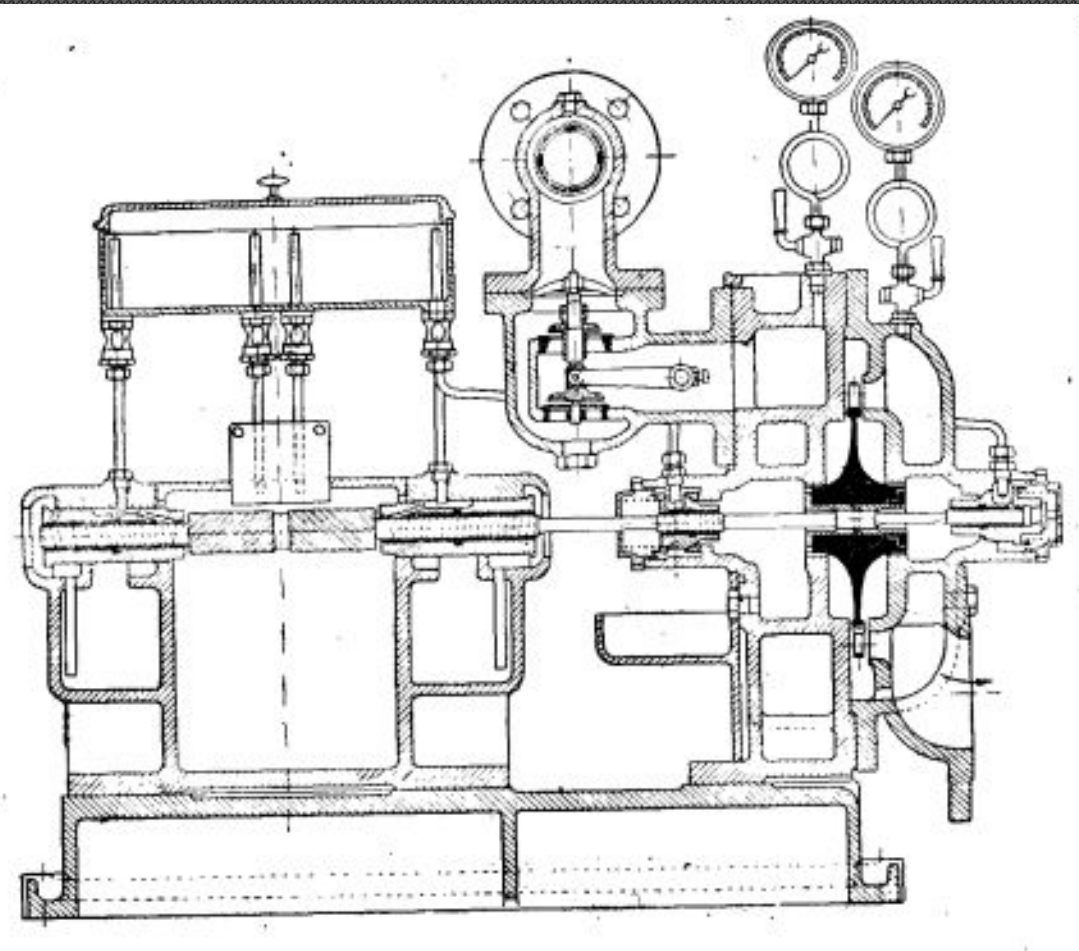
Подлинный стимул к развитию паровых турбин возник с началом электроэнергетики, хотя ряд принципиальных вопросов турбостроения был поставлен и в частной форме разрешен еще ранее в трудах шведского инженера Густава Лавалья. Лаваль осуществил активную одновенечную турбину, срабатывавшую скоростную энергию пара на одном рабочем колесе, которое вращалось с громадным числом оборотов (около 30000 в минуту). В процессе конструирования такой турбины Лаваль должен был решить ряд сложнейших проблем:

- расширяющегося сопла;
- гибкого вала;
- турбинного колеса – диска в форме тела равного сопротивления инерционным силам, возникающим при громадном числе оборотов;
- подшипников гибкого вала, получивших шаровую опору;
- специальных материалов;
- автоматического останова турбины при переходе за допускарную предельную скорость вращения;
- проблема редуктора в виде механического зубчатого зацепления пары колес с шевронными геликоидальными зубцами



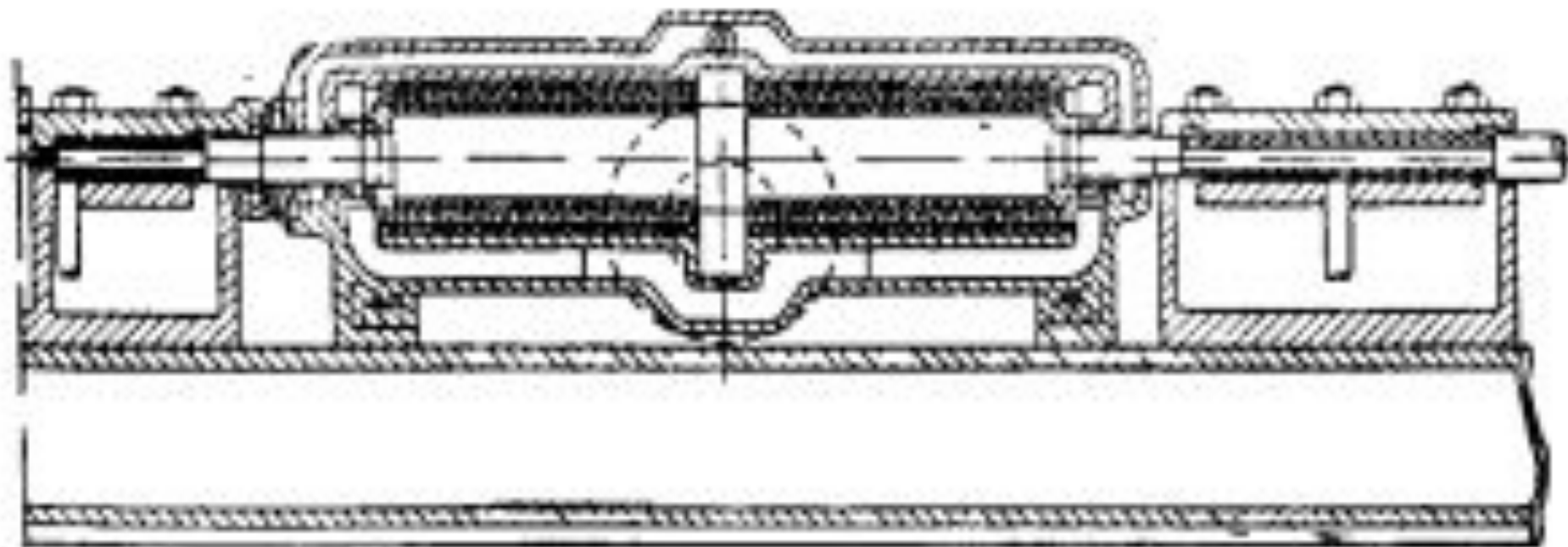
Малая мощность и довольно большой расход пара в турбинах Лавалья ограничили их применение областью привода маломощных агрегатов с большим числом оборотов.

Сейчас эти турбины расцениваются как первые машины, в которых были в частной форме решены основные задачи турбостроения и вместе с тем дано направление дальнейшим работам по освоению и совершенствованию принципиально нового типа парового двигателя

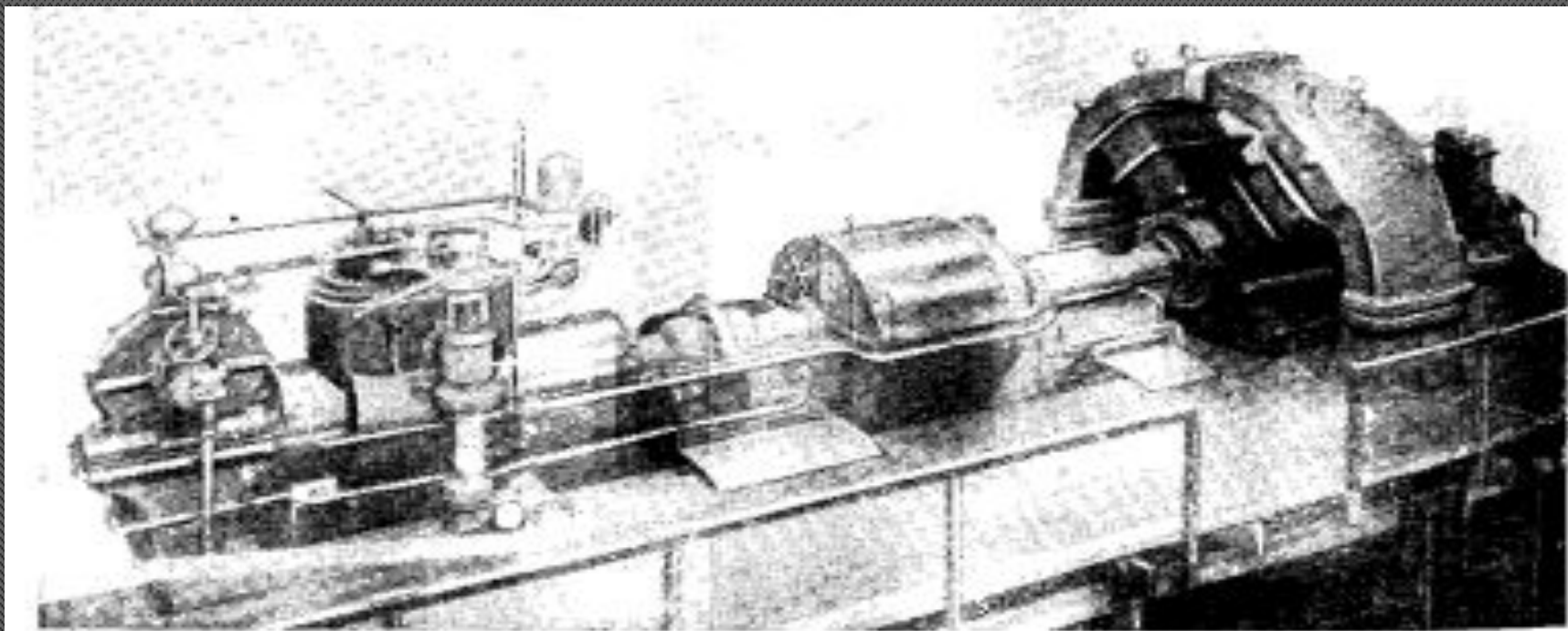


Паровые турбины для привода электрических генераторов

- Быстроходная паровая турбина, не имеющая частей, совершающих обратно – поступательное движение, заключала в себе замечательное свойство – возможность концентрации громадных мощностей в одном агрегате. Это свойство турбины могло проявиться только при ее объединении с агрегатом, имевшим большие перспективы в связи с увеличением потребляемой мощности, - с генератором электрического тока

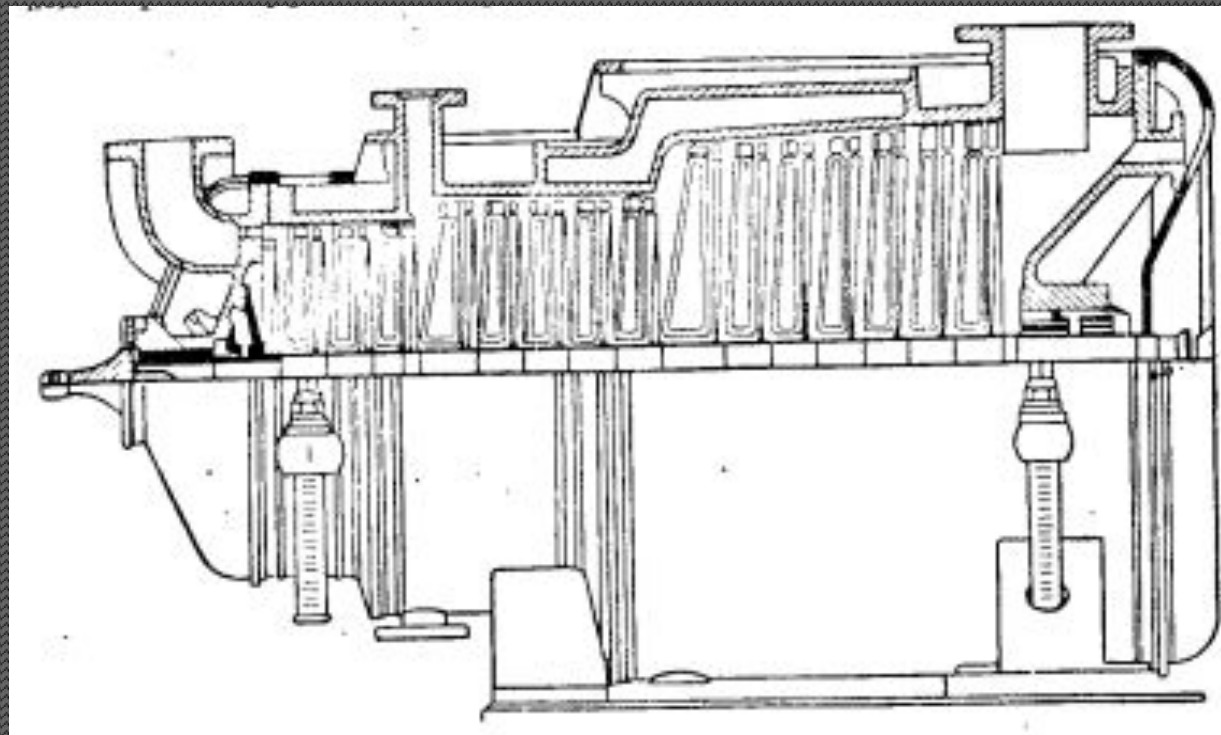


В 1884 г. Парсонс получил в Англии патент на многоступенчатую реактивную турбину мощностью около 6 л.м. при 10000 об/мин. В течение 15 лет с 1885 г., Парсонс строил паровые турбины разнообразных конструкций, постепенно вводя новые улучшения, снижая расход пара, достигавший в первых образцах около 60 кг/кВт ч. В 1889 г. турбины Парсонса имели расход пара порядка 12 кг/кВт ч. На европейском континенте паровые турбины получили всеобщее признание в качестве двигателя электрогенераторов только с 1899 г., когда на электрической станции для привода генераторов трехфазного переменного тока впервые были применены турбины Парсонса мощностью 1000 кВт

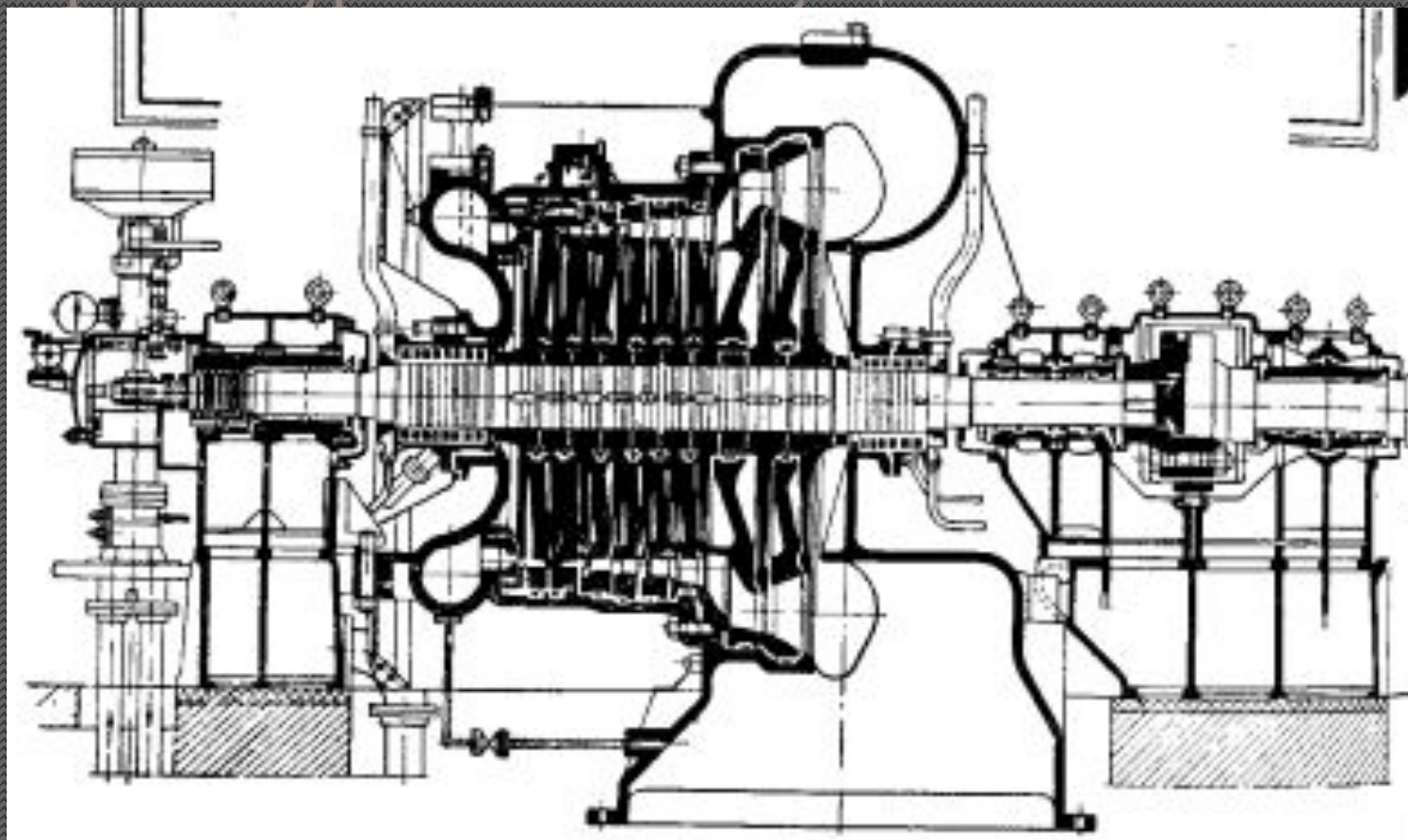


Опубликованный авторитетными немецкими специалистами обстоятельный отчет в 1900г. установил неоспоримое преимущество паровой турбины перед другими типами двигателей, служивших я приводом генераторов электрических станций. Турбины работали паром со средним давлением 10,5 атм, температурой 200°C и показали расход 8-9 кг/кВт.ч при полной нагрузке агрегата. Значительное место в снижении удельных расходов пара имело примененное впервые в турбинах завода Парсонса углубление вакуума посредством «струйных элементов», явившихся предшественниками современных пароструйных эжекторов. Паровые турбины начинают развиваться во всех передовых странах.

В 1900г. на Всемирной выставке в Париже французским профессором Огюстом Рато были представлены чертежи и детали паровой турбины мощностью 1000 л.с., сконструированной на принципе разбивки общего перепада давлений на отдельные активные ступени, в каждой из которых срабатывался лишь незначительный перепад давлений. Многоступенчатая турбина Рато была превращена в осевые турбокомпрессоры и воздуходувки. Эти машины положили начало новой области применения паровых турбин, которые использовались для привода компрессоров и воздуходувок.



В 1903 г. инженер Генрих Целли усовершенствовал турбину Рато, уменьшив число активных ступеней давления с 16-20 до 7-10, что значительно упрощало и удешевляло турбину. Сразу же образовался синдикат из ряда крупных машиностроительных заводов для постройки турбин по патенту Целли



первые годы XXв. Знаменуются началом турбостроения в ряде стран: Германии, Франции, США, Швейцарии, Швеции, Австро – Венгрии.

В дореволюционной России паровые турбины выпускались только Петербургским металлическим заводом. До 1917г. завод выпустил всего 26 паровых турбин суммарной мощностью 9000 кВт. С началом внедрения паровых турбин на судах военно – морского флота в России был специально оборудован на Балтийском заводе в Петербурге турбинный цех, стоявший на одном уровне с турбинными цехами крупнейших зарубежных заводов и обеспечивающий турбинами строившиеся в России суда

Судовые турбины

Морской флот определил еще одну широкую область применения паровых турбин, в которой паровая машина исчерпала свои возможности установкой мощностью 35000 л.с. Первое опытное судно «Турбиния» с турбинами радиального типа, развивавшими 8000 об/мин, было сооружено Ч. Парсонсом в 1894г. Явление кавитации при работе винта с 8000 об/мин, вызвало перестройку «Турбинии». С 1900г. турбины начали применяться на миноносцах. В 1911г. паровые турбины впервые были установлены на пассажирском пароходе, водоизмещением 650 т., с чего начался быстрый прогресс судового турбостроения. В 1905-1906 гг. был построен первый крупный броненосец – дредноут, после которого линейные корабли строились только с паровыми турбинами. В 1906г. были спущены пассажирские суда – «лайнеры» с водоизмещением по 41000 т и мощностью турбинных установок 70000 л.с. К этому же периоду относится сооружение первой крупной комбинированной установки с поршневым двигателем в части высокого давления и паровыми турбинами в части низкого давления.

Судовые установки с большой разницей в оптимальном числе оборотов турбины (1500-3000 об/мин) и гребных винтов (100-200 об/мин) поставили проблему редуцирования, решенную тремя различными методами: механическая передача, гидравлическая передача и электрическая передача (турбоэлектроходы)