

Министерство транспорта РФ  
Федеральное агентство морского и речного транспорта  
ИНСТИТУТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА ИМЕНИ Г.Я. СЕДОВА  
- филиал Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
"ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АДМИРАЛА Ф.Ф. УШАКОВА"  
Факультет среднего профессионального образования

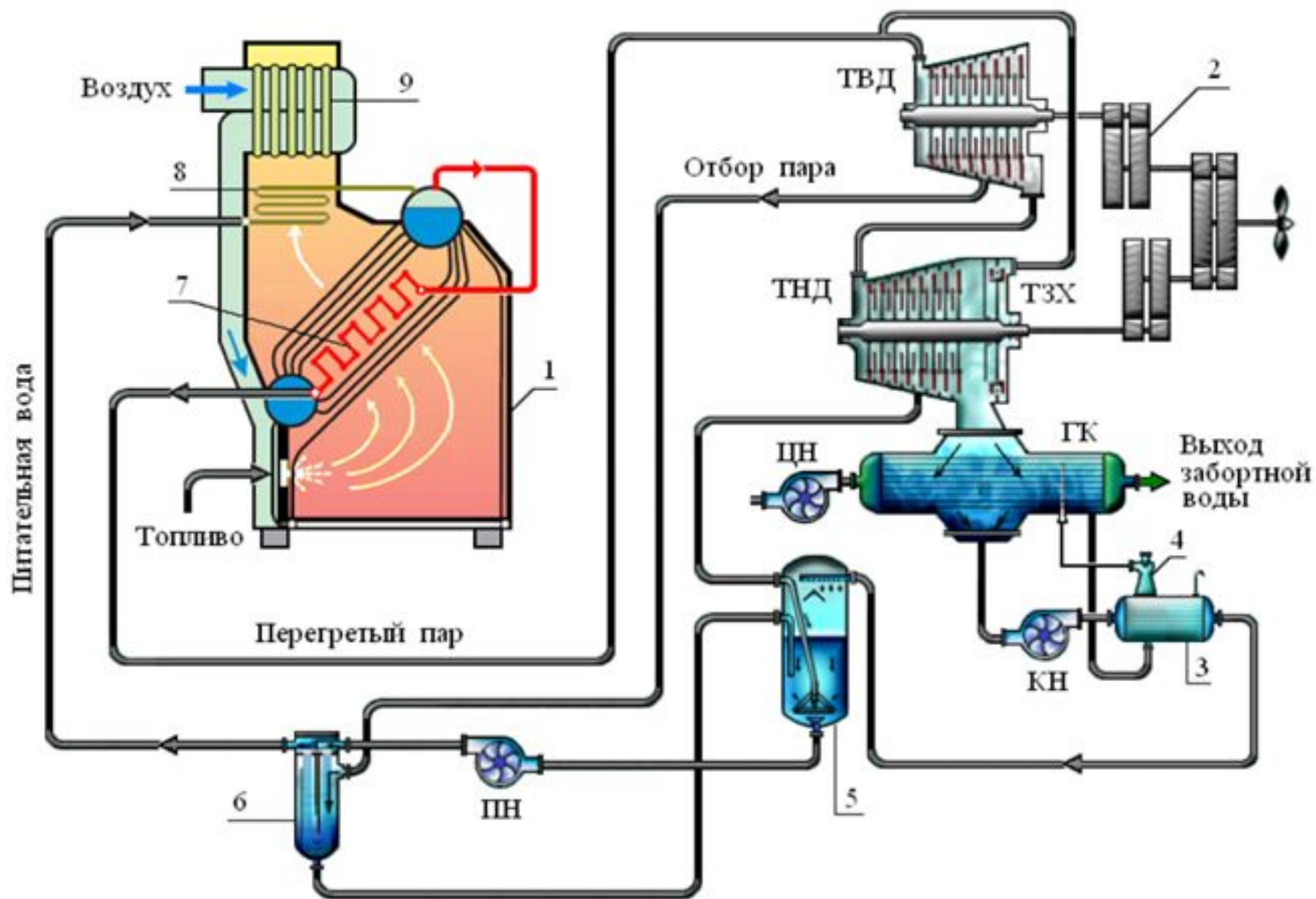
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**«АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КПД  
СУДОВОЙ ПАРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
УСТАНОВКИ»**

Исполнитель: курсант 242-С группы  
Сазонов Н.В  
Руководитель: Султанов А.М

# ЦЕЛЬ РАБОТЫ.

- изучить методы повышения КПД судовой пароэнергетической установки.



# ОБЪЕКТ.

**ОБЪЕКТОМ ДАННОЙ РАБОТЫ ЯВЛЯЮТСЯ ПАРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ  
УСТАНОВКИ УСТАНОВЛЕННЫЕ НА СУДАХ.**

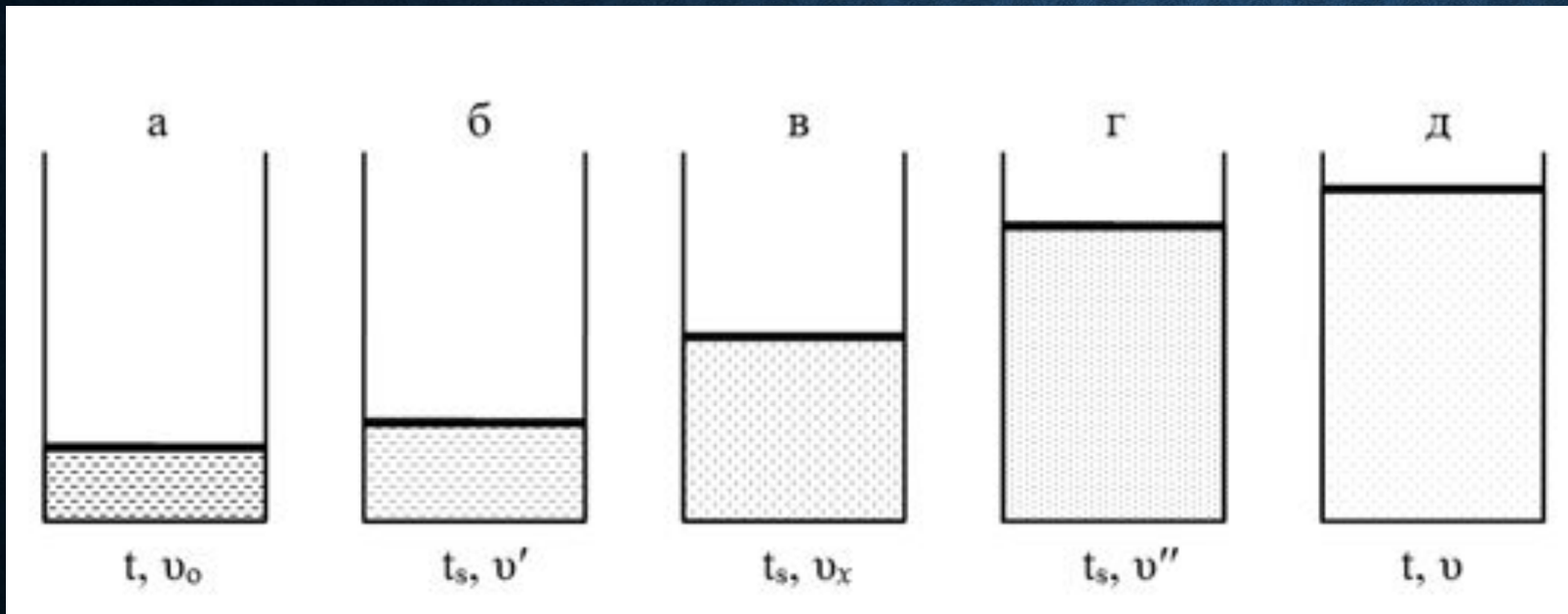
- Пароэнергетическая установка (ПЭУ) – комплекс технических средств, предназначенных для получения пара и использования его тепловой энергии для обеспечения производственной деятельности судна и создания нормальных условий обитаемости экипажа.
- Основные элементы ПЭУ:
- **котельная установка**, предназначенная для получения водяного пара;
- **паровая турбина**, служащая для преобразования тепловой энергии пара в механическую работу вращения гребного винта;
- **вспомогательные устройства**, системы и механизмы, обеспечивающие работу ПЭУ;
- **общесудовые потребители пара**, обеспечивающие технологические нужды и нормальные условия жизнедеятельности экипажа.

# ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПЭУ

- В описанной простейшей пароэнергетической установке протекают следующие термодинамические процессы:
- **Изобарный** подвод теплоты в теплоотдатчике - нагревателе и изобарный отвод теплоты в теплоприемнике – конденсаторе при давлении соответственно  $p_1$  и  $p_2$ ;
- **Адиабатное** расширение рабочего тела в паровом двигателе;
- **Изохорное** повышение давления жидкости (конденсата) в питательном насосе (жидкость принимается несжимаемой).

# СТАДИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПАРА

- Рассмотрим стадии получения пара:

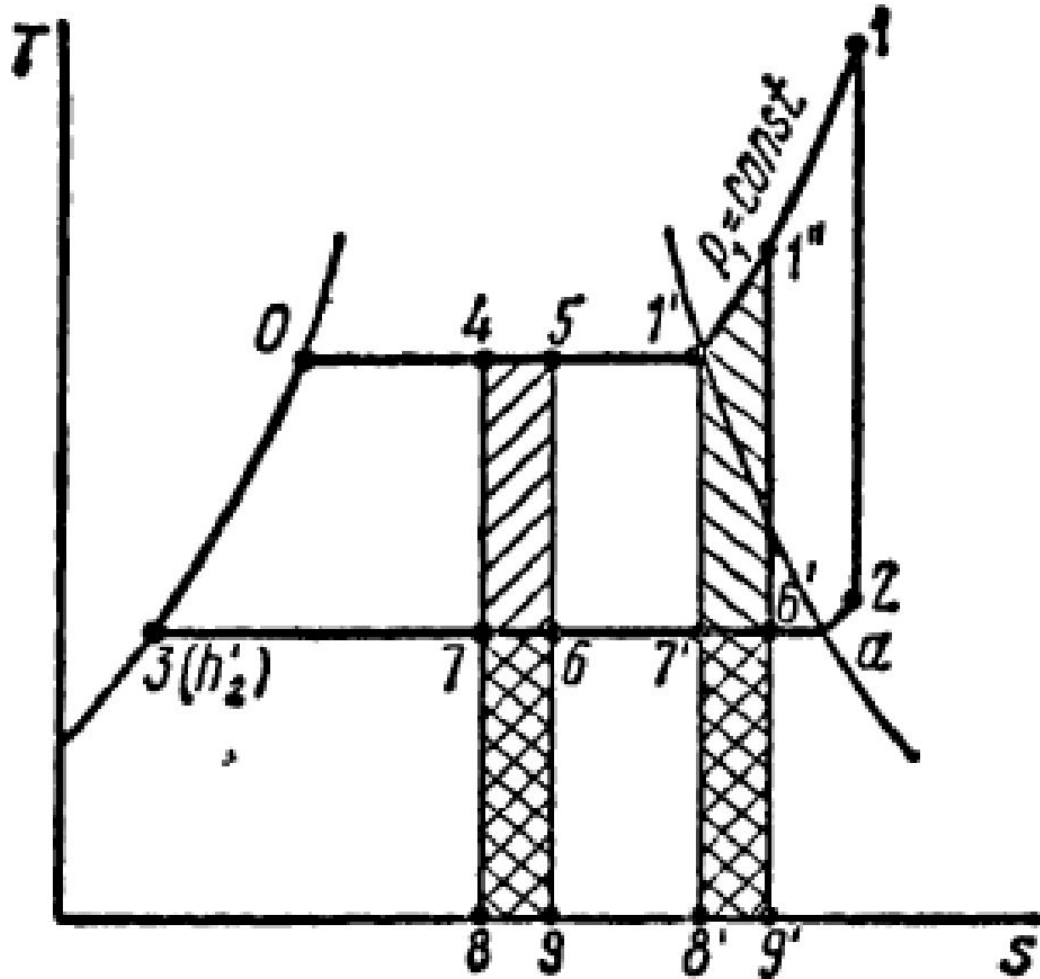


- А) вода
- Б) вода подогревается, удельный объём увеличивается
- В) Смесь пара и воды (двухфазовая система) называется влажным насыщенным паром, кипящая вода постепенно переходит в пар
- Г) пар становится сухим насыщенным
- Д) перегрев, перегретый пар, сухой перегретый пар

# МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ СУДОВЫХ ПАРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК:

- Перегрев пара.
- Повышение начального давления пара.
- Повышение начальной температуры пара.
- Уменьшение конечного давления пара.
- Использование регенеративного цикла.

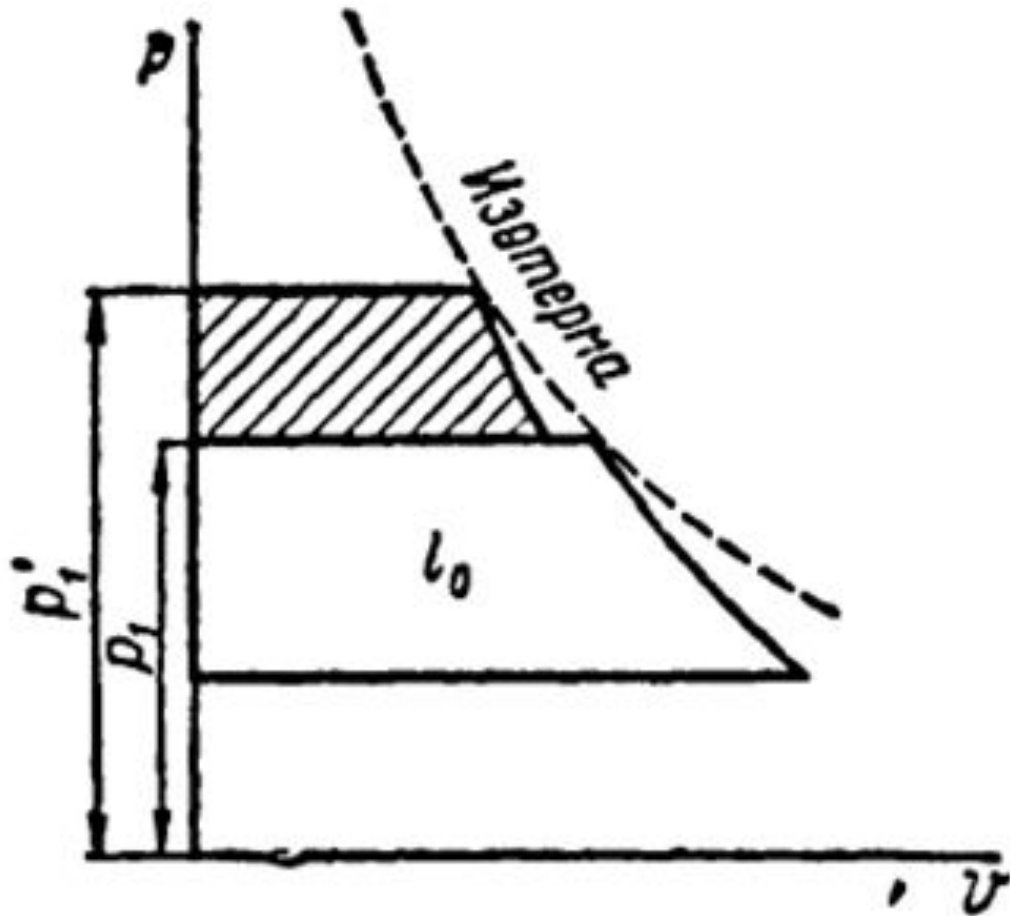
## ПЕРЕГРЕВ ПАРА.



Перегрев пара в цикле Ренкина повышает его термический КПД, т. е. уменьшает удельный расход пара и, следовательно, увеличивает удельную работу цикла. Чем выше начальная температура пара, поступающего в паровой двигатель, тем экономичнее становится цикл. Максимальное значение этой температуры в настоящее время достигает 550 - 600°С.

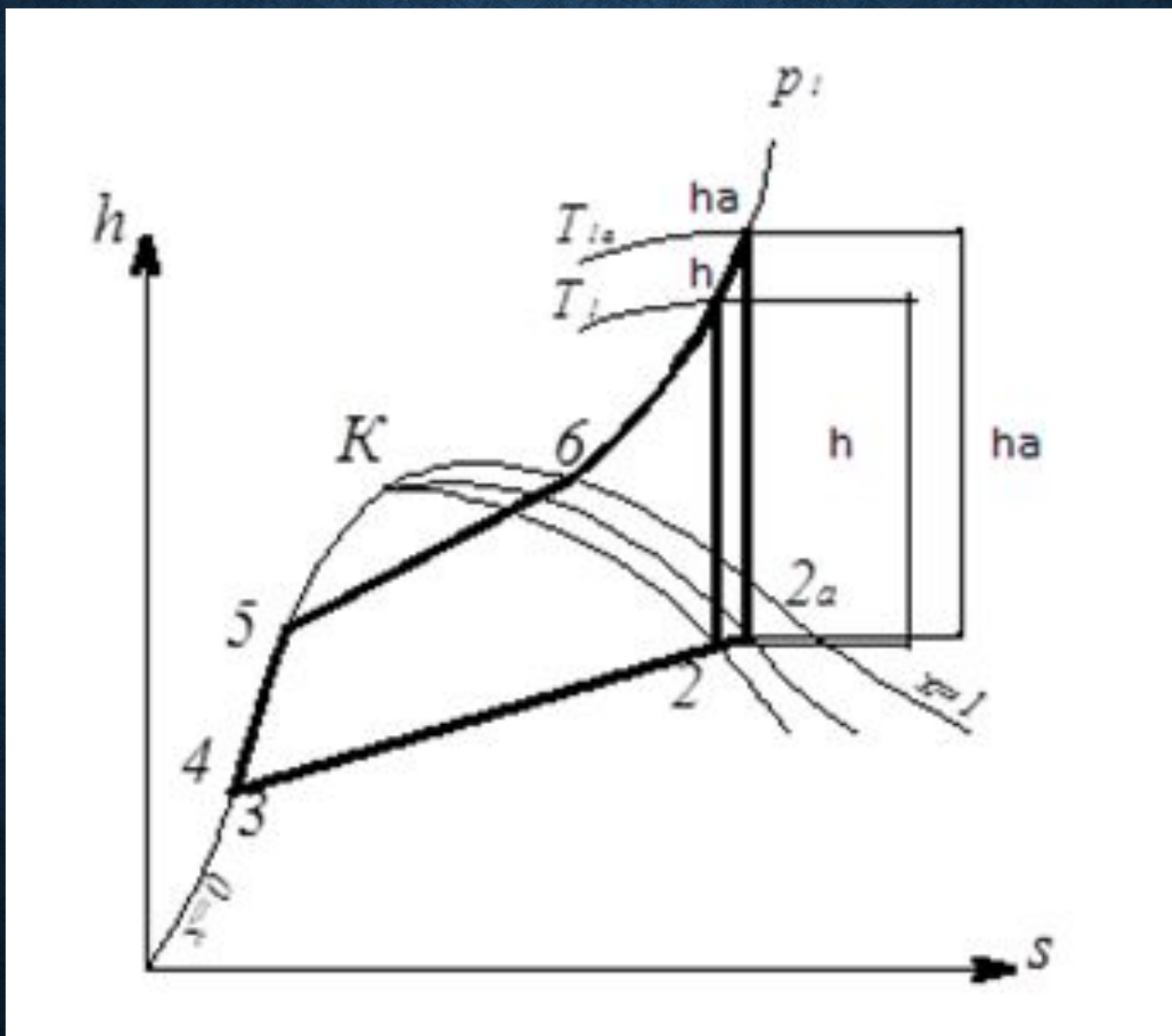


## ПОВЫШЕНИЕ НАЧАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПАРА.



Если увеличить начальное давление пара в цикле от  $P_1$  до  $P_1'$ , оставляя при этом неизменным конечное давление  $P_2$ , а также паросодержание  $X_1$  влажного пара или температуру  $t_1$  перегретого пара, то удельная работа  $l_0$  цикла тоже увеличивается.

# ПОВЫШЕНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРА.



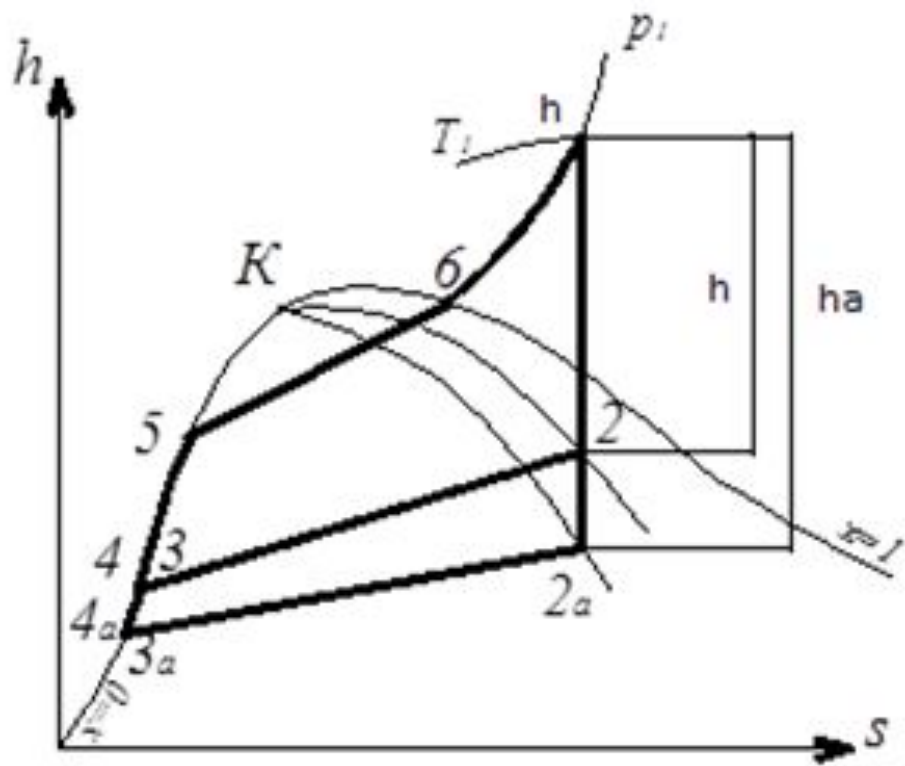
## УМЕНЬШЕНИЕ КОНЕЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ПАРА.

Понижение давление  $p_2$  при постоянных параметрах  $T_1$  и  $p_1$ .

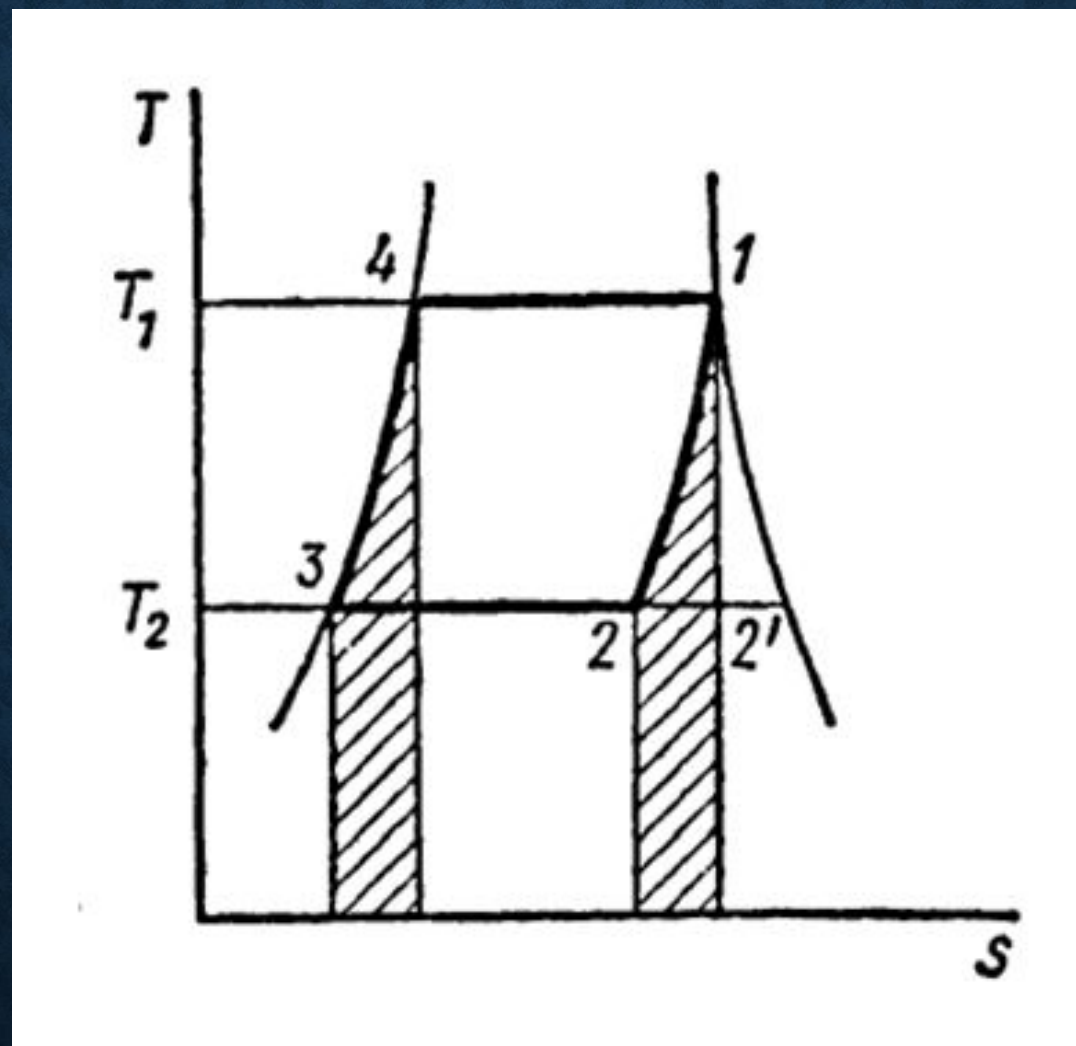
С понижением  $p_2$  увеличивается степень расширения пара в турбине, и техническая работа возрастает  $\Delta h = h_a - h$ . При этом количество отводимой теплоты  $q_{2a} = h_{2a} - h_{3a}$  меньше, чем  $q_2 = h_2 - h_3$  (изобара при меньшем давлении более пологая), а количество

подводимой теплоты возрастает на величину  $\Delta q_1 = h_3 - h_{3a}$ . В результате термический к. п. д. цикла увеличивается. Понижая

давление  $p_2$  можно достигнуть на выходе из конденсатора температуры равной температуре окружающей среды, но при этом в конденсационном устройстве придется создавать вакуум, так как температуре  $t_2 = 28^\circ\text{C}$  соответствует давление  $p_2 = 0,04$  ата.



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ЦИКЛА.



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Подводя итог своему исследованию, я пришел к выводу о том, что тема повышения КПД пароэнергетических установок актуальна и очень важна. В первую очередь это связано, на мой взгляд, с тем, что в современных условиях развитие судоходства строится на экономичности. При этом судовладелец пытается экономить на всем, что возможно, иной раз, подвергая риску команду. В работе рассмотрены основные способы повышения экономичности пароэнергетических установок, выделены наиболее эффективные способы повышения экономичности, их влияние на циклы, протекающие в установке и на работу самой установки. Это значительно снижает стоимость перевозки грузов и эксплуатации судна.