

$$t = t_B - (t_B - t_0) 2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(1 - \cos k\pi)}{k\pi} \sin(k\pi \bar{x}) \exp^{-(k\pi)^2 Fo}, \quad (3)$$

где $k = 1, 5, 9, \dots, \infty$, \bar{x} - безразмерная ширина рулона.

Полученная математическая модель позволяет проводить аналитическое исследование нагрева алюминиевых рулонов. Это дает возможность точно определить время нагрева и необходимое количество подводимой теплоты для нагрева, что позволит улучшить качество металла при оптимальных энергозатратах.

Список использованных источников

1. Одинцов М. В. Анализ процесса литья алюминия в кристаллизаторе с подвижным дном // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. С.-Петербург, март 2011 г.) / под общ. ред. Г. Д. Ахметовой. СПб. : Реноме, 2011. С. 126-129.
2. Горшенин А. С. Совершенствование процесса охлаждения алюминиевых слитков воздухом на основе моделирования регулируемого конвективного теплообмена : дис. ... канд. тех. наук : 05.14.04 : защищена 07.11.2013 : утв. 11.03.2014 / Горшенин Андрей Сергеевич. Самара, 2013. 151 с.
3. Горшенин А. С. Математическое моделирование теплообмена при охлаждении ряда алюминиевых слитков // Вестник СГАУ. 2012. № 2 (33). С. 179-183.

УДК 621.6

Другов Д. А.
Уральский федеральный университет
drugov.1993@bk.ru

МОДЕРНИЗАЦИЯ РОТОРА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ТУРБИН СЕРИИ ПТ-135

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы проектирования цельнокованного ротора, применение которого позволит сократить затраты энергоресурсов в процессе эксплуатации.

Паровая турбина – это тепловой двигатель, особенностью которого является долгий срок службы и дорогой ремонт.

В России часть электрической и тепловой энергии вырабатывают теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) – разновидность тепловой электростанции, которая не только производит электроэнергию, но и является источником тепловой энергии для систем централизованного теплоснабжения.

На ТЭЦ устанавливаются теплофикационные турбины. Одной из таких турбин является турбина ПТ-135/165-130/15 (рис. 1) производства «Уральского турбинного завода». Турбина имеет два теплофикационных и один производственный отбор.

С 2003 г. на одной из станций в роторе низкого давления была обнаружена кольцевая трещина. Выявленные трещины (рис. 2) представляют серьезную

угрозу для эксплуатации турбины и электростанции в целом, а также влекут за собой огромные затраты на ремонт и изготовление новых роторов.

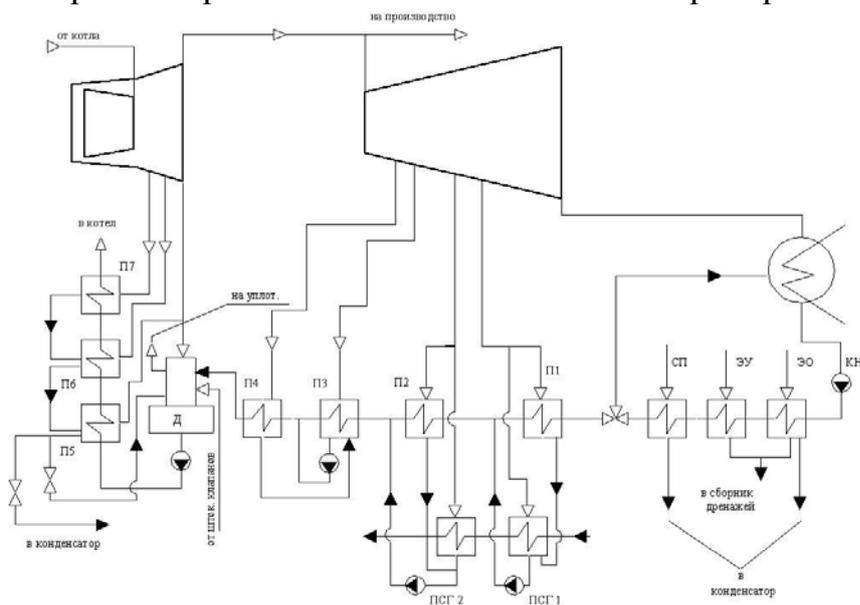


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема турбоустановки с турбиной ПТ-135/165-130/1

Трещинообразование приобрело массовый характер: 30,3 % учтенных РНД ПТ-135 забракованы, 27,3 % с выведенными трещинами. Остальные 42,4 % без обнаруженных трещин - это ротора турбин установленных в Китае (24,2 %) и турбины с отремонтированными роторами (переход на 2-х ступенчатую ЧНД).

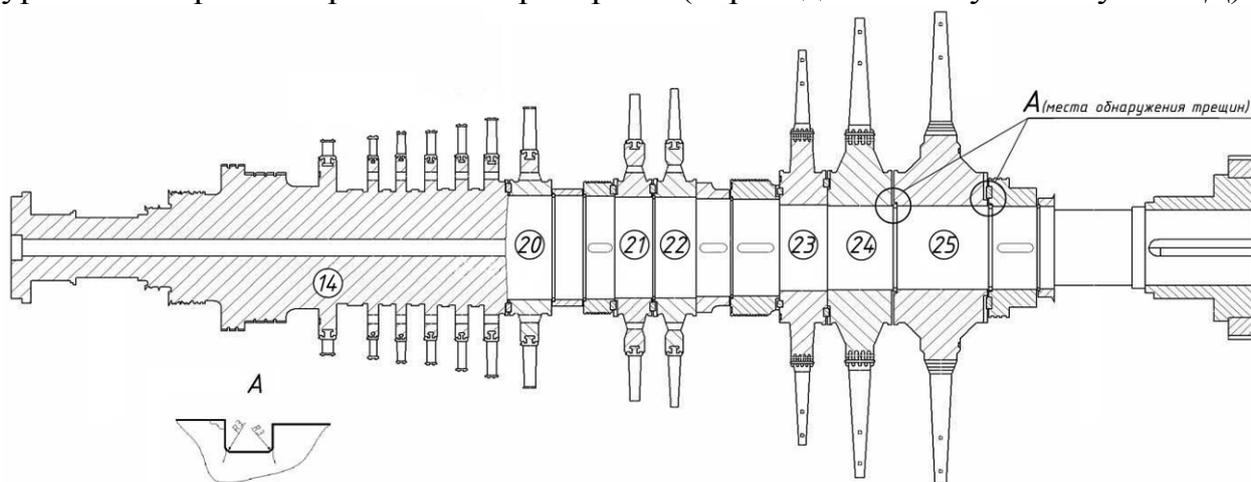


Рис. 2. Места обнаружения трещин

При переходе на двух ступенчатую конструкцию вместо трехступенчатой, на теплофикационном режиме патреи на вентиляцию уменьшаются на 1 МВт.

В настоящее время все большее количество станций интересуется новыми роторами ПТ-135, но чтобы сделать новый ротор, его необходимо тщательно исследовать и принять новые конструктивные решения, которые решат проблему рассмотренного трещинообразования.

Предполагаемое решение проблемы массового трещинообразования – создание цельнокованного ротора, которое соответственно уменьшит затраты на ремонт оборудования, продлит срок эксплуатации оборудования, и, как следствие, сократит затраты энергоресурсов в течение срока эксплуатации.