

УДК 621.312.1

Е.Е.Кудряшова, Е.В.Нехорошев (6 курс, каф. ВИЭГ), И.С.Саморуков, к.т.н., проф.

ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА С ГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ ОПОРОЙ

Общеизвестно, что наличие отсасывающей трубы в реактивной турбине является незаменимым элементом проточного тракта гидромашины. Ее влияние на энергетические и эксплуатационные показатели возрастают с переходом к агрегатам повышенной быстроходности. Кроме того, следует признать, что входная часть данного узла турбины в существенной степени влияет на формирование нестационарных явлений потока и условия надежной эксплуатации гидроэнергетической установки.

Практика проектирования и строительства гидроэнергетических объектов показывает, что форма и габариты отсасывающей трубы оказывают первостепенное значение на компоновку гидротехнической части здания ГЭС, а также на объем строительно-монтажных работ и стоимости станционной части гидроузла.

Поток, сходящий с лопастей рабочего колеса, на большинстве режимов работы турбины вихреобразный, нестабилизированный. Восстановление кинетической энергии вращающегося потока, как показали исследования В.Уайта и С.Муди, наилучшим образом происходит в раструбных трубах с коноидом. Раструбная отсасывающая труба, является разновидностью прямоосной, отличается от последней внутренней поверхностью криволинейного очертания и уменьшенными высотными габаритами, рис 1. Малое расстояние $0,25-0,3D_1$ до дна отвода от выходного сечения раструба способствует уменьшению области отрыва потока и растеканию его с уменьшенными потерями энергии. Это объясняется тем, что дно отвода создает подпор, улучшая условия растекания потока и уменьшая потери кинетической энергии на выходе и внутри раструба.

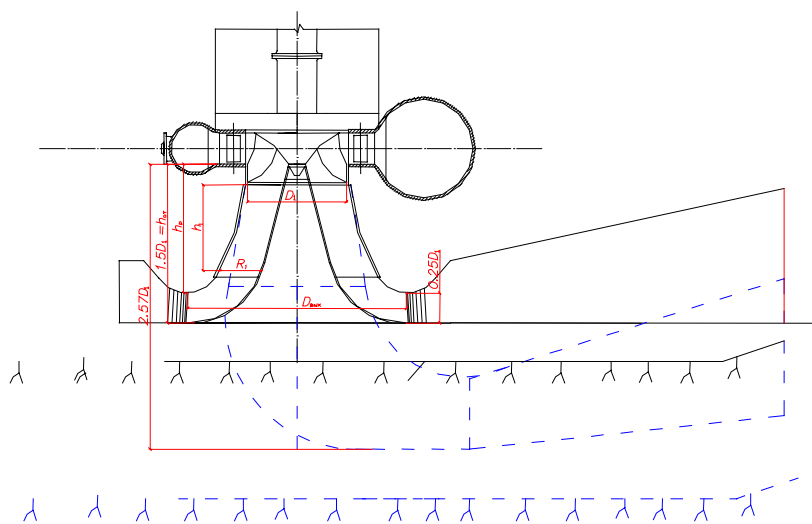


Рис. 1

Внутренняя поверхность раструба рассчитывается из предположения постоянства градиента давления вдоль его высоты, т.е. $d_p/d_h = \text{const}$.

$$R_i = \frac{R_{\text{ВХ}}}{\sqrt[4]{1 - \frac{\Delta h_i}{h_p} \left[1 - \left(\frac{R_{\text{ВХ}}}{R_{\text{ВОХ}}} \right)^4 \right]}}$$

где $R_{\text{ВХ}}$ и $R_{\text{ВЫХ}}$ – радиус входного и выходного сечений раструба; Δh_i – расстояние от входного сечения до расчетного; h_p – высота раструба.

При расчете раструба $R_{\text{ВХ}}$, $R_{\text{ВЫХ}}$ и h_p следует считать заданными и строго зафиксированными.

Наличие же внутри отсасывающей трубы коноида является гарантом стабилизации потока и условий повышения надежности работы гидромашин. Он не позволяет объединиться отдельно сбегаящим с лопастей вихрям в мощную парогазовую полость под рабочим колесом турбины, степень нестационарного, воздействие которого может достигать значительного значения.

Сопоставительные исследования изогнутой отсасывающей трубы высотой $h_{\text{о.т.}} = 2,66 * D_1$ и раструбной с коноидом $h_{\text{о.т.}} = 1,54 * D_1$ на модели турбины PO115/697-25 позволили зафиксировать их равнозначность. Использование отсасывающей трубы со значительными высотными габаритами на гидроэнергетических объектах аналогично Красноярской ГЭС может сократить объем земельно-скальных работ более чем на 75000 м³ соответственно и объем бетонных работ. При равнозначности энергетических показателей гидроагрегата только это указывает о целесообразности использования такого рода отсасывающей трубы, обеспечивающей значительное снижение стоимости на возведение стационарной части гидроэнергетического объекта.

В верхней части коноида размещается опорный узел, рабочей жидкостью которого является вода, подведенная из верхнего водохранилища, либо напор создаваемый насосом, который может быть установлен в одном из помещений подводной части здания ГЭС. Использование такого рода устройства позволит несколько уменьшить осевую нагрузку, воспринимаемую опорным подшипником гидроагрегата, либо полностью ее исключить, повышая работоспособность и надежность последнего на всех режимах эксплуатации и особенно в наиболее тяжелые моменты работы гидроэнергетического оборудования в период его пуска и остановок. Кроме этого предлагаемый отвод использованной воды от гидростатического подшипника создает условия ликвидации локальных паровоздушных жгутов за лопастью системой, стабилизируя поток и улучшая энергетические и эксплуатационные показатели гидромашин.

Чтобы определить несущую способность и необходимый расход смазки любого гидростатического подшипника, необходимо знать некоторые коэффициенты. Эти коэффициенты являются безразмерными.

Результаты исследования были использованы при проектировании гидроэнергетической установки мощностью: $N = 99$ МВт и номинальном диаметре $D_1 = 4,00$ м.