

УДК 621.515

А.А. Обухов

ПАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе», ул. Горького, 58, г. Сумы, Украина, 40004

e-mail: obukhov_alexey@mail.ru

ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0846-2288

АНАЛИЗ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИФFUЗОРОВ С ЗАДАВАЕМЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ СКОРОСТЕЙ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ИХ ЛОПАТОК

Создание центробежных компрессоров с более совершенными лопаточными диффузорами является перспективным направлением расширения зоны их эффективной эксплуатации. Совместное использование результатов исследований Стредфорда и теории пограничного слоя Л.Г. Лойцянского позволило разработать методику профилирования лопаточных диффузоров с задаваемым распределением скоростей на поверхностях лопаток, основанную на решении обратной задачи газодинамики. Сравнение результатов расчёта диффузоров, спроектированных с использованием различных методов, подтвердило преимущество диффузора, спроектированного по задаваемому распределению скоростей. Исследовано влияние формы профиля, густоты лопаточной решётки, радиуса выходной кромки лопаток и ширины диффузора на его эффективность. Это позволило разработать рекомендации для проектирования высокоэффективных лопаточных диффузоров для центробежных ступеней различного типа.

Ключевые слова: Центробежная ступень. Лопаточный диффузор. Безлопаточный диффузор. Вычислительная гидродинамика. Газодинамические характеристики. Коэффициент потерь. Коэффициент восстановления статического давления.

1. ВВЕДЕНИЕ

Центробежные компрессоры (ЦК) широко применяются во многих отраслях промышленности, таких как газовая, нефтяная, химическая. Потребляемая мощность отдельных машин достигает значений в 32 МВт и более. Эффективность работы ЦК зависит от газодинамического совершенства элементов его проточной части.

Привод компрессора обеспечивает сжатие и перемещение рабочей среды, при этом часть энергии расходуется на преодоление гидравлического сопротивления движению газа. Потери механической энергии в ЦК примерно в равных долях распределяются между рабочим колесом (РК), лопаточным диффузором (ЛД) и обратно-направляющим аппаратом [1]. Следовательно, повышение газодинамической эффективности каждого элемента проточной части центробежной ступени (ЦС) является актуальной задачей компрессоростроения.

2. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛД

В центробежных компрессорах используются ЛД, средние линии лопаток которых выполнены по дуге окружности. При этом лопатки ЛД создаются с применением аэродинамического профиля С-4 [2]. Недостаток такого типа диффузора — узкая зона эффективной работы из-за того, что форма средней линии таких диффузоров не зависит от параметров

сжимаемой среды, особенностей движения потока перед лопаточной решёткой, густоты решётки и геометрических параметров проточной части межлопаточного пространства. Практически при всех режимах работы данных диффузоров возникают отрывы потока от передней поверхности лопатки (рис. 1).

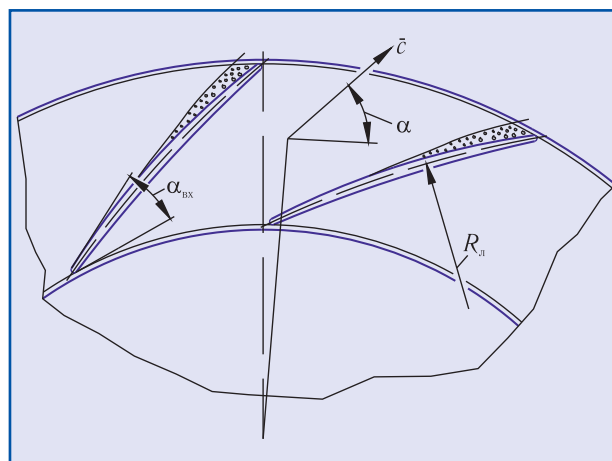


Рис. 1. Отрыв потока от передней поверхности лопатки со средней линией, выполненной по дуге окружности [3]

Отрыв газового потока от передней поверхности лопатки при всех режимах работы ЦС приводит к увеличению коэффициента потерь ЛД и уменьшению коэффициента восстановления статического давления.