

УДК 610.658

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОТУРБИН ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ  
НА МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОВОДЕ****В.С. КОВРИЖНЫХ***(канд. техн. наук, доц. П.В. КОВАЛЕНКО, А.Н. ВОРОНИН)*

*В целях следования мировым тенденциям экономии энергоресурсов и поиска альтернативных способов получения электроэнергии была предложена возможность использования гидротурбин на магистральном нефтепроводе. Местом размещения гидротурбины на магистральном нефтепроводе был предложен конец самотечного участка трассы нефтепровода.*

**Введение.** За последние несколько десятков лет в большинстве промышленно развитых стран созданы и внедрены достаточно совершенные установки для преобразования энергии органического топлива в электроэнергию. Дальнейшее повышение технико-экономических показателей таких установок требует поиска новых, нетрадиционных методов, с использованием которых было бы возможно существенно повысить технико-экономические показатели работы энергетического оборудования и одновременно улучшить его экологические показатели.

Одной из возможностей решения этой проблемы на промышленных предприятиях, использующих в качестве топлива природный газ или жидкость, является применение детандеров или гидротурбин.

**Основная часть.** Турбина представляет собой устройство, преобразующее потенциальную энергию энергоносителя в механическую энергию. По виду используемой среды данные установки подразделяются на жидкостные (гидротурбины) и газовые (детандеры).

Детандеры применяются в технологических процессах производств с применением пара в качестве основного энергоносителя (нефтеперерабатывающие и химические заводы), а также на газовых и нефтяных промыслах с использованием транспортируемого сырья.

Гидротурбины по принципу действия делятся на активные и реактивные. Рабочее колесо реактивных турбин полностью погружено в поток воды, в активных же турбинах рабочее колесо работает при атмосферном давлении и приводится в действие отдельными струями воды. Большинство гидротурбин – реактивные, из активных широкое распространение получили только ковшовые турбины, использующиеся в специфических условиях – при очень высоких напорах [1].

По конструктивному исполнению гидротурбины подразделяются на прямоточные и радиально-осевые.

Гидроагрегаты, оснащенные прямоточными трубными гидротурбинами, предназначены для установки на равнинных водотоках с напорами от 3 до 15 м. Максимальная мощность агрегатов, в зависимости от имеющихся напоров и расходов воды, изменяется в диапазоне от 30 до 300 кВт. Агрегаты осуществляют устойчивое энергоснабжение автономных потребителей, а также могут работать в составе энергосистемы.

Гидроагрегаты, оснащенные радиально-осевыми гидротурбинами, предназначены для установки на горных и предгорных водотоках с напорами от 35 до 165 м. Максимальная мощность агрегата, в зависимости от имеющихся напоров и расходов воды, изменяется в диапазоне от 250 до 630 кВт [2].

Работа гидротурбины характеризуется следующими основными энергетическими параметрами: напором (давлением) воды перед входом в турбину, частотой вращения, к.п.д., и требуемым расходом воды.

В мировой практике гидротурбины устанавливаются на гидроэлектростанциях. Гидроэлектростанции обычно строят на природных водных объектах (реках) в открытых руслах, сооружая плотины и водохранилища. Для эффективного производства электроэнергии на гидроэлектростанции необходимы два основных фактора: гарантированная обеспеченность водой круглый год и возможно большие уклоны реки.

В целях следования мировым тенденциям экономии энергоресурсов и поиска альтернативных способов получения электроэнергии нами была предложена возможность использования гидротурбин на магистральном нефтепроводе, т.е. в закрытом русле на технологическом объекте.

Учитывая, что для полноценной работы гидротурбины необходимо соблюдать постоянное наличие потока жидкости и большого уклона потока (трубопровода), размещение гидротурбины на трассе магистрального трубопровода наиболее рационально производить в конце самотечного участка.

Самотечным называется участок трубопровода, на котором жидкость движется неполным сечением, самотеком, под действием силы тяжести. Давление в газовой полости над свободной поверхностью жидкости остается практически постоянным, поэтому течение на самотечном участке называется безнапорным. Хотя разность напоров между сечением начала самотечного участка и сечением конца самотечного участка

существует и равна разности геометрических отметок этих сечений. Стационарные самотечные участки могут существовать только в нисходящих ветвях.

Возвышенность на трассе, от которой нефть приходит на конечный пункт нефтепровода самотеком, называется перевальной точкой. Таких точек может быть несколько.

Расстояние от начального пункта нефтепровода до ближайшей из них называется расчётной длиной трубопровода. При гидравлическом расчёте длина нефтепровода принимается равной расчётной. Если линия гидравлического уклона, проведенная из конечной точки трассы, нигде не пересекается с профилем и не касается его, перевальная точка отсутствует и расчётная длина равна полной длине нефтепровода.

Линия гидравлического уклона на самотечном участке проходит параллельно профилю трубопровода на расстоянии  $\rho_0/\rho_g$  над ним ( $\rho_0$  – давление газа в полости над жидкостью). Наклон линии гидравлического уклона на самотечном участке характеризуется тангенсом угла, образуемого профилем трубопровода и горизонтом.

За перевальной точкой нефть движется при частичном заполнении поперечного сечения трубопровода. Давление на этом участке ниже, чем в любой другой точке трубопровода: оно равно упругости паров перекачиваемой нефти, т.е. нефть движется в безнапорном режиме. Энергия, теряемая при движении жидкости за перевальной точкой, используется неэффективно. Установка гидротурбины в конце самотечного участка позволит использовать данную энергию движения нефти [3].

В нефтяной трубопроводной системе нашей республики самотечный участок существует на трассе магистрального нефтепровода ОАО «Полоцктранснефть Дружба» за счет превышения геодезической высотной отметки перевальной точки над остальными точками трассы по ходу движения нефти к конечной станции.

Для подбора гидротурбины необходимо располагать данными о располагаемом расходе  $Q$  и развиваемом напоре  $H$  в конце самотечного участка. Расход в нефтепроводе составляет  $1640 \text{ м}^3/\text{ч}$ , геодезическая разность отметок между насосными станциями – 68 м, напор перед конечной станцией – 46 м.

В результате сопоставления известных значений напоров и расходов с областями рабочих полей прямой гидротурбины стало известно, что гидротурбина может вырабатывать 100кВт электроэнергии. Установка данного агрегата позволит получить электроэнергию из энергии потока перекачиваемой нефти и решить проблему частичного энергообеспечения данной станции, т.е. даёт возможность понизить потребление от сторонних поставщиков электроэнергии. Получаемой от гидротурбины электроэнергией можно питать электродвигатели насосов на данной станции или другие технологические агрегаты.

С точки зрения эксплуатации магистрального нефтепровода установка гидротурбины перед конечной станцией требует решения нескольких инженерно-эксплуатационных задач.

При монтаже гидротурбины в магистральный трубопровод произойдет сужение потока нефти, что вызовет невозможность запускать очистные сооружения и интеллектуальные инспекционные снаряды. Размещение турбины на байпасной линии вызовет разделение потока жидкости и снижение расхода в два раза, что повлияет на соответствующее снижение выработки электроэнергии генератором гидротурбины.

Нахождение гидротурбины на самотечном участке с неполным заполненным сечением при движении нефти вызовет торможение слоев жидкости и вхождения насыщенных паров нефти в жидкость. При этом произойдет кавитационный процесс, который спровоцирует кавитационную коррозию и разрушение металла трубы.

При нахождении конца самотечного участка на значительном удалении от конечной станции возникает вопрос о способе передачи электроэнергии на конечную станцию.

При установке гидротурбины перед конечной станцией в конце самотечного участка будет наблюдаться потеря напора, расходуемого на работу турбины. Как следствие, конечного напора нефти может не хватить для технологических процессов внутри конечной станции.

**Выводы.** Несмотря на возникшие эксплуатационные трудности, предложенная нами идея установки гидротурбины на самотечном участке магистрального нефтепровода является новаторской и имеет свои преимущества и относится к альтернативной энергетике, так как позволяет использовать неиспользованную энергию потока нефти.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Современный инжиниринг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.magi.ru>. – Дата доступа: 20.10.2016.
2. РД 39-00147105-015-98 Правила капитального ремонта магистральных нефтепроводов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energetika.in.ua/ru/>. – Дата доступа: 15.01.2017.
3. Трубопроводный транспорт нефти : учеб. для вузов : в 2 т. / С.М. Вайншток [и др.] ; под ред. С.М. Вайнштока. – М. : ООО «Недра-бизнесцентр», 2004. – Т. 2 – 624 с.