

большую дальнобойность при остальных одинаковых условиях, чем струя ненастилаяющаяся [3].

Несмотря на то, что использованные модели турбулентности дают приближенные, в части распределения давления на сектор-отражатель, результаты, предсказать значения других физических величин поведения потока не представляется возможным, т.к. проявляются наглядные отличия в истечении потока из-под сектора-отражателя. Полученные результаты говорят о необходимости более детальной настройки или применении других моделей турбулентности.

Библиографический список

1. Пат. 2341616 Российская Федерация МПК7 E02B8/06. Концевой участок раструбного типа напорного водопропускного сооружения с вертикальным выпуском воды/Бахтин Б.М., Кузнецова С.Г.; Заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Московский государственный университет природообустройства (МГУП). - №2006147134/03; заявл. 29.12.2006; опубл. 20.12.2008, Бюл. № 35.

2. Бахтин Б.М., Михайлец Д.П., Бушуев Д.А. Особенности гидравлического режима потока за концевым участком напорного водопропускного сооружения с вертикальным выходом // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 10. С. 1269–1275.

3. Эффект Коанда// Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. –URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Эффект_Коанда

УДК 504:711

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РАЗВИТИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗИМБАБВЕ

Прайд Табвиракаре соискатель кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, pridetabvirakare@gmail.com

Черных Ольга Николаевна, доцент кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, gtsmgur@mail.ru

Аннотация: *Представлены результаты анализа использования возобновляемых источников энергии в мировой гидротехнической практике. Отмечается, что в условиях Зимбабве переход к модели зеленой экономики и внедрение зеленых методов может позволить окупить экологические гидротехнические сооружения. Солнечные фотоэлектрические установки могут быть такими же доступными, как и технологические достижения.*

Ключевые слова: *альтернативная энергетика, возобновляемые источники энергии, гидроэлектростанция, солнечные фотоэлектрические установки, энергоэффективность, гидроузел.*

Энергетика является основой развития современного промышленного сообщества. С открытием электричества и разведыванием крупных месторождений нефти связана техническая революция 20-го века. Уровень использования первичных источников энергии постоянно повышается. Их потребление на душу населения в мире к 1950 г. выросло по сравнению с началом века в 2 раза. Следующее удвоение произошло уже к 1975 г. При этом суммарное энергопотребление удваивалось каждые 20 лет, а потребление нефти и электроэнергии — за 10...12 лет [1]. Такой рост объясняется, с одной стороны, возрастанием энергонасыщенности производства и коммунального хозяйства, а, с другой, — резким увеличением численности населения земного шара почти на 75%.

Техническая революция в области энергетики - процесс весьма длительный. Для перехода от одного вида топлива к другому (от дерева к углю, от угля к нефти, от нефти к газу, при сохранении генеральной технологии их использования) потребовалось не менее 60 лет. Кроме того, массовое строительство АЭС поставило нерешенную пока проблему использования или захоронения радиоактивных отходов.

Таким образом, ясна необходимость перехода в обозримом будущем от ископаемых, не возобновляющихся источников энергии — нефти, газа, угля и в определенной степени радиоактивного топлива, к источникам более высокого качества.

Такими источниками являются возобновляющиеся источники энергии, к которым, помимо широко используемой гидравлической энергии рек, относятся менее традиционные источники: энергия солнечного излучения, ветра, морских приливов; а также источники, которые можно пока назвать нетрадиционными — энергию ветровых воли, температурного градиента вод в океанах, течений, биомассы и других явлений. Важнейшей особенностью возобновляющихся источников является то, что они в своём естественном состоянии принимают участие в энергетическом балансе планеты и поэтому их использование человеком не приведет к изменению этого баланса. Это позволит поднять уровень потребления энергии до любого разумного, требуемого соответствующим этапом развития индустриального общества, значения [1].

Анализ этих явлений показывает, что каждый новый источник требует от 30 до 50 лет для того, чтобы его доля в общем энергобалансе возросла от 1% до 10% [2]. Именно поэтому члены комиссии по экономии энергии и энергоресурсов МИРЭК, разрабатывавшие сценарии перспективного развития мировой энергетики, сделали следующее заключение «...анализ базируется на предположении максимального развития различных видов первичных энергоресурсов. Следовательно, невозможно компенсировать потери времени в случае отсрочки действий сегодня увеличенной добычей ресурсов на более поздней стадии, откладывание решения на несколько лет может привести из-за ограниченности энергетических ресурсов в будущем к весьма существенному снижению экономического роста» [1, 4]. Прогноз ЮНЕСКО до 2025 года предполагает, что тенденцию к росту будут иметь только природный газ и

возобновляемые источники энергии. Но поскольку запасы газа быстро истощаются, альтернативой ископаемым энергоносителям остаются только последние. Доля возобновляемых источников энергии продолжит расти и сможет превзойти мировую долю угольных станций по фактической генерации электроэнергии. Кроме того, МЭА прогнозирует, что к 2021 году доля альтернативной энергетики увеличится до 28%, причем темпы роста энерго мощностей будут составлять 13% ежегодно до 2021 года [2, 3]. Согласно данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) в 2019 году средневзвешенная стоимость производства солнечной энергетики составила 8,5 цента/кВт·ч, у геотермальной энергетики – 6...7 центов/кВт·ч, а у ветровой — 4,8 цента/кВт·ч. Исходя из этого, популярность альтернативной энергетики во всем мире стремительно растет и благодаря столь быстрому снижению стоимости ее производства скоро станет оптимальной альтернативой традиционной энергетике.

Солнечная энергия лежит в основе всех возобновляющихся источников энергии, за исключением геотермальной и приливной.

Солнечная энергия обладает рядом важнейших достоинств. Она имеется повсюду, неисчерпаема и допускает использование по одной и той же форме на бесконечно долгий период времени. Одно из наиболее выгодных ее качеств заключается в минимальном неблагоприятном воздействии на окружающую среду. Количество солнечной энергии, достигающей нашей планеты за год, в 50 раз превышает энергию, которую можно было бы извлечь из мировых разведанных запасов горючих ископаемых и в 300 тыс. раз — ежегодное потребление энергии. Расчеты показывают, что современные мировые энергетические потребности можно было бы обеспечить за счет солнечной энергии, ежегодно получаемой с площади 30 Тис. км², что составляет 0,005 земной поверхности.

В среднем годовое количество солнечной радиации, поступающей на поверхность Земли, составляет 2000...2500 кВт·ч/м² в зонах пустынь и 1000...1500 кВт·ч/м² в районах высоких широт. Интенсивность солнечной радиации зависит от времени года и уменьшается в зимнее время по сравнению с летом более чем в 2 раза в районах пустынь и примерно в 10 раз в районах высоких широт.

Гидроэлектростанция имеет легко реализуемую возможность изменять свою мощность и выдавать максимум мощности при максимальной нагрузке потребителей. Солнечная энергетическая установка, напротив, работает лишь в определенные (дневные) часы суток с определенной мощностью. В часы прохождения вечернего пика графика суточной нагрузки СФЭУ вообще не работает. Таким образом, максимальная мощность комплекса ГЭС—СФЭУ определяется установленной мощностью ГЭС (хотя при необходимости эта мощность может быть увеличена, ибо она обеспечена сэкономленной за счет работы СФЭУ водой). Солнечная установка, таким образом, преимущественно обеспечивает лишь экономию топлива тепловых электростанции за счет дополнительной выработки электроэнергии.

Задача экономического анализа состоит в том, чтобы определить, при каких удельных показателях солнечной установки комплекс ГЭС и СФЭУ становится экономически выгоднее, чем развитие топливной базы ТЭС. При этом необходимо учитывать то, что экономический эффект СФЭУ при данной мощности будет возрастать с ростом ее выработки. Оценить режим работы СФЭУ в течение года можно, применив такой показатель, как условное число часов использования установленной мощности [3]

$$T = \mathcal{E}^{\text{СФЭУ}}_{\text{год}} / N^{\text{СФЭУ}}_{\text{уст}},$$

где $\mathcal{E}^{\text{СФЭУ}}_{\text{год}}$ — годовая выработка электроэнергии СФЭУ, кВт-ч;
 $N^{\text{СФЭУ}}_{\text{уст}}$ — установленная (максимальная) мощность СФЭУ, кВт].

Производство электрической энергии из лучистой энергии солнца в настоящее время развивается по двум основным направлениям: путем термодинамического преобразования и путем фотоэлектрического преобразования.

У солнечной энергии есть особенности, создающие серьезные трудности для ее надежного и эффективного использования: её низкая плотность и цикличность поступления. Низкая плотность требует значительной площади фотоэлементов, что вызывает, с одной стороны, увеличение стоимости одного ватта мощности, а с другой — возрастание площади, затеняемой панелями фотоэлектрических батарей, что имеет отрицательный экологический эффект. Для снижения удельной стоимости систем солнечного электроснабжения может быть предложено два пути: первый - снижение стоимости полупроводникового материала и солнечного элемента; второй - предварительная концентрация солнечного излучения.

Большие площади затенения активно используемых земель, особенно в сельскохозяйственных целях, можно сократить, размещая солнечные батареи на сооружениях и площадях, утилизируемых в сугубо техногенных целях, например, на сооружениях и площадях гидроэнергетических узлов, акватории водных объектов. Таким образом, возникает идея компоновочно-конструктивного объединения гидравлической и солнечной электростанций, плодотворная еще и потому, что целесообразность энергетического объединения этих электростанций известна давно и изучена достаточно подробно [2, 4].

Большинство частей Зимбабве получают высокую интенсивность солнца, в которой концентрированные солнечные технологии могут быть легко адаптированы и внедрены, например, в северо-западной и юго-западной частях Зимбабве из-за богатого ресурса солнечной радиации, близости к магистралям и водоемам.

Вопросы компоновочно-конструктивного объединения гидравлических и солнечных электростанций в технической литературе пока подробно не рассмотрены. Представляется, что именно такое объединение будет весьма перспективным для республики Зимбабве, обладающей богатыми гидравлическим и солнечным энергопотенциалами. Эти обстоятельства побудили выбрать для научного анализа вопросы, связанной с совмещением и оптимальным расположением элементов СФЭУ на отдельных сооружениях

гидроузлов. В качестве аналога для гидроузлов с ГЭС применительно к условиям Зимбабве из целого ряда подпорных гидроузлов Зимбабве (Nseta, Sebakwe, Bangla, Kyle и др.) была принята компоновочная схема гидроузла Даренвадейл (Darwandale) и по соответствующим графикам определены площади расположения СФЭУ на элементах ГЭС.

На территории и на сооружениях ГЭС Даруендейл имеется достаточно много площадей для размещения солнечных элементов. В проработках, выполненных принимались во внимание следующие поверхности:

- крыша здания ГЭС, горизонтальная, $F_1 = 900 \text{ м}^2$;
- бетонная площадка над стационарными водоводами, слабонаклонная обращенная от юга, $F_2 = 3600 \text{ м}^2$;

- обращенная к югу часть склона естественного холма между левобережным примыканием плотины и подводящим каналом, $F_3 = 12000 \text{ м}^2$.

Для размещения солнечных элементов могут быть использованы и другие, более мелкие по площади участки левобережной территории гидроузла. Таким образом, общая площадь, принятая для размещения солнечных элементов, составила $F^{\text{СФЭУ}} = 16500 \text{ м}^2$. Отсутствие более подробной информации о стоимостных показателях отчуждаемых земель, материалов, оборудования и строительных работ для условий Зимбабве не позволило определить точные технико-экономические показатели комплексной ГЭС - СФЭУ Даруендейл, однако оценка по обобщенным показателям свидетельствует о возможности получения экономического эффекта при конструктивном совмещении ГЭС Даруендейл с солнечной фотоэлектрической установкой.

Комбинация гидравлической структуры гидроузла Даренвадейл и систем солнечной энергии может быть успешной, когда солнечные фотоэлектрические панели будут установлены на поверхности плотины, а дополнительная энергия будет накапливаться в батареях, которые могут быть размещены на берегах ниже по течению. Предварительные расчёты показывают, что мощность совмещенной солнечной установки на малых ГЭС, с параметрами аналогичными Даренвадейл, может превышать не менее чем на 10% установленной мощности последних, что позволит быстрее окупить себя при реализации проектов гидротехнических сооружений в рамках программы к переходу к модели «зелёной» экономики и повысит энергоэффективность Зимбабве.

В заключении можно отметить, что в соответствии с решением главы Зимбабве Эмерсона Мнангава и приглашением российских компаний к сотрудничеству в сфере энергетики для преодоления дефицита электроэнергии в стране и в разработке новых месторождений нефти и газа вопросы использования и внедрения «зелёных» технологий и практик в гидротехнические сооружения очень актуальны для Зимбабве (как и для России) и помогут быстрее окупить себя, например, при реализации проектов ГЭС в рамках программы по переходу к модели «зеленой» экономики и будут финансово обеспечены государством. В рамках решения этой проблемы предполагается проанализировать, как водная инфраструктура может содержать, окупать сама себя за счет возобновляемых источников энергии и

внедрения новых «зеленых» практик вокруг элементов и объектов природообустройства и водопользования разного назначения.

Библиографический список

1. Прайд Табвиракаре, Черных О.Н. Основные аспекты «зелёного» строительства в российской гидротехнике и в Зимбабве // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию А.В. Леонтовича, РГАУ-МСХА. – М.: 2019. С. 506-510 специалистов, посвящённой 150-летию А.В. Леонтовича, РГАУ-МСХА. – М.: 2019. С. 506-510.
2. EREC, Возобновляемая энергия в Европе, 2010.
3. Теличенко В.И., Воловик М.В., Ишин А.В. и др. Развитие методов технологии и организации строительного производства для решения проблем энергоэффективности // Технология и организация строительного производства. 2014. № 2 (7). С. 10–16.
4. Умару Хаманджода. Обоснование эффективности энергетического и конструктивного совмещения гидроэлектростанций с солнечными фотоэлектрическими установками: Автореф. дис. Канд.техн. наук: 05.14.10. – М.: 1996. 18 с.

УДК 378.147

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Кобозев Даниил Дмитриевич, аспирант кафедры Мелиорации и рекультивации земель. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
koboze.daniil@yandex.ru

Касьянов Александр Евгеньевич, профессор д.т.н. кафедры Мелиорации и рекультивации земель. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
kasian@rgau-msha.ru

***Аннотация:** Разработано конструктивное решение узла полива по бороздам и полосам с использованием синтетических пленок улучшающая производительность полива.*

***Ключевые слова:** Поверхностное орошение, полив, орошение.*

Экологический контроль полива по бороздам. Качество полива повышают микропористые вставки. Разработка относится к ирригации, а точнее к устройствам поверхностного полива на крутых склонах. Наиболее близким по технической сущности и цели предлагаемого технического решения является устройство для полива, включающее узел подачи воды, поливную борозду, покрытую синтетической пленкой и заполненную гравийной засыпкой, описанное А.С. СССР № 1015865, опубликованное 07.05.83 в БИ № 17.

Недостаток устройства – низкая производительность полива. При подаче воды в борозду повышается давление воздуха, который находится под пленкой