

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 556.535.5

ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МОТЫГИНСКОЙ ГЭС НА ЛЕДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В НИЖНЕМ БЬЕФЕ

А.В. Штиль¹, Н.К. Пономарев¹, И.И. Грицук^{1,2}

¹ Кафедра гидравлики и гидротехнических сооружений
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

² Институт водных проблем РАН
ул. Губкина, 3, Москва, Россия, 119333

В статье ставится задача о проведении исследований по возможным последствиям после строительства Мотыгинской ГЭС на существующие режимы р. Ангары. Введение гидроузла в эксплуатацию внесет существенные изменения в микроклимат верхнего бьефа, а также нарушает существующие ледовые режимы Нижней Ангары. Тщательное изучение последствий и создание моделей изменения существующих режимов сможет способствовать внесению изменений в проект для предотвращения возможных катастрофических последствий.

Ключевые слова: Ангара, Мотыгинская ГЭС, строительство, ледовый режим, затор, зазор, береговые деформации.

Ангара — река в Восточной Сибири, протекающая по территории Красноярского края и Иркутской области, являющаяся единственной вытекающей из Байкала рекой и самым крупным притоком Енисея. Протяженность реки 1853 км. Площадь бассейна составляет 468 000 км², а с учетом бассейна Байкала — 1 045 000 км² [1].

На реке Ангаре расположен крупнейший комплекс гидротехнических сооружений, так называемый Ангарский каскад ГЭС, важнейшей ролью которого является обеспечение устойчивости энергосистемы Восточной Сибири, а также обеспечение электроэнергией промышленные предприятия. Данные по существующим ступеням каскада представлены в табл. 1.

В качестве V ступени Ангарского комплекса гидротехнических сооружений запланировано строительство Мотыгинской ГЭС [2]. Также ведутся переговоры о строительстве Нижнебогучанской ГЭС, которая будет располагаться между Богучанской и Мотыгинской ГЭС (рис. 1).

Гидротехнические характеристики Ангарского каскада ГЭС

Название	Высота, м	Напор, м	Расход, м ³ /с	Мощность, МВт	Выработка, млрд кВт·ч
Иркутская ГЭС	56	31	1920	662,4	4,1
Братская ГЭС	124,5	106	2814	4515	22,6
Усть-Илимская ГЭС	105	88	3200	3840	21,7
Богучанская ГЭС	96	65,5	3450	3000	17,6



Рис. 1. Один из вариантов Ангарского каскада ГЭС

Потребность в строительстве гидротехнических сооружений в нижнем течении р. Ангары обосновано потребностью в энергоснабжении промышленных районов Нижнего Приангарья. Еще в 2009 г. дефицит электроэнергии этих районов оценивался в размере 120 МВт, что сдерживает развитие промышленности в регионе [3].

В соответствии с данными Маркетинговой стратегии Мотыгинской ГЭС [4] в Сибирском федеральном округе планируется реализация большого перечня инвестиционных проектов, например: строительство Ведугинского рудника, ЦБК в Енисейском районе, освоение угольных месторождений и др. Значительная доля проектов Красноярского края концентрируется в районах Нижнего Приангарья. Таким образом, на Мотыгинский район ожидается прирост нагрузки около 430 МВт.

Проектируемая Мотыгинская ГЭС входит в базовый вариант перечня основных видов мощности в Сибирском федеральном округе в соответствии с разработанной Министерством промышленности и энергетики РФ Генеральной схемой размещения объектов электроэнергетики.

Кроме обеспечения поставки электрической мощности для потребителей, которые подключены к узлам подстанции 200 кВт «Раздолинск», Мотыгинская ГЭС позволит увеличить переток в Западную Сибирь из Красноярского края.

Стройгенплан и исходные данные Мотыгинской ГЭС в Поликарповском створе [5] приведены на рис. 2 и в табл. 2 соответственно.



Рис. 2. Стройгенплан Мотыгинской ГЭС в Поликарповском створе:
 1 — водохранилище; 2 — плотина; 3 — ОРУ 220 кВ; 4 — ВЛ 35 кВ Мотыгино-ГЭС (25 км);
 5 — ВЛ 220 кВ Раздолинск-ГЭС (35 км); 6 — автодорога ГЭС-Мотыгино; 7 — причал

Таблица 2

Исходные данные Мотыгинской ГЭС

		Уровень, м					Расход, м ³ /с		
ФПУ	НПУ	▼НБ _{min}	▼НБ _{max}	Н _{max}	Н _{расч}	Н _{min}	Q _{ГЭС}	Q _{расч}	Q _{0,01%}
129	127	104,19	99,80	29,20	27,20	26,20	4 740	19 890	23 100

Основные гидротехнические сооружения Мотыгинской ГЭС относятся к первому классу ответственности в соответствии со СНиП 33-012003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения», в том числе по следующим показателям:

- объем водохранилища свыше 1000 млн м³ — 17 600 млн м³;
- численность постоянно проживающих людей, которые могут пострадать от аварии гидротехнических сооружений более 5000 человек.

Одной из особенностей Мотыгинской ГЭС является высокая зарегулированность стока вышерасположенными гидротехническими сооружениями Ангарского каскада ГЭС (Иркутская, Братская, Усть-Улимская и Богучанская). Максимальные расходы воды в створе Мотыгинского гидроузла определяются сбросами Богучанской ГЭС и незначительной боковой приточностью Ангары.

По причине отсутствия прямых наблюдений за стоком р. Ангары в створе Мотыгино оценка характеристик расхода воды проводилась на основе использования результатов определения характеристик стока в районе створа Богучанской ГЭС (IV ступень каскада).

При отметке НПУ на 127 м происходит существенное затопление верхнего бьефа. При этом расчетная площадь зеркала водохранилища составляет 470 км²,

а емкость — 12,2 км³. В свою очередь, такое наполнение вызовет существенный подъем воды в Мотыгинском водохранилище: в восточной части от 4 до 8 м; в центральной части от 12 до 15 м; в западной части от 18 до 32 м. Максимальные глубины на различных участках будут 8—22 м, 12—19 м, 19—36 м. Ширина водохранилища изменится в среднем от 1,4—3 до 7 км местами [5].

Вышеописанное способствует существенным изменениям температурно-влажностных характеристик микроклимата прилегающих к водохранилищу территорий. Изменения оказывают непосредственное влияние на процесс ледообразования не только в водохранилище, но и в нижнем бьефе. Вне зависимости от условий стока р. Ангары (естественного или зарегулированного) ее ледовый режим играет существенную роль в оценке влияния на окружающую среду. Причинами этому служат как продолжительность отрицательных температур в регионе, так и образование ледовых затруднений по всему течению реки.

Строительство Мотыгинской ГЭС вызовет изменения ледовых режимов, в том числе существенные изменения в нижнем бьефе, в частности приведет к образованию полыньи, нехарактерной для естественного режима р. Ангары. Изменения главным образом связаны с температурой воды, поступающей из верхнего бьефа (водохранилища) [6]. На участках, расположенных вне зоны влияния ГЭС (удаленных от плотины), условия формирования ледяного покрова не отличаются от естественных. На участках, находящихся в непосредственной близости к гидротехническому сооружению (примыкающих к плотине), условия формирования ледяного покрова напрямую зависят от режима работы ГЭС. Данный участок может простираться более 100 км вниз по течению. Ввиду того, что вскрытие льда происходит раньше, чем ниже по течению, где ГЭС не оказывает влияния и условия можно назвать естественными, меняется продолжительность ледостава.

Образование приплотинной полыньи способствует формированию зажоров льда [7], что в определенных случаях может происходить в течение всего зимнего периода. Вследствие формирования зажоров на участке нижнего бьефа Мотыгинской ГЭС возможен подъем уровня воды до 11 м.

Несмотря на возможные катастрофические последствия затопления большой территории в нижнем бьефе из-за подъема уровня воды, также существует не менее важная проблема, связанная с береговыми деформациями.

При конвекционном снеготаянии (за счет теплых воздушных масс) наступает наиболее интенсивный период в плане размыва. Часто в этот момент грунт под снежным покровом еще находится в мерзлом состоянии и стекающие потоки не производят значительного размыва. Однако если происходит затопление территорий с берегами, то процесс оттаивания грунта происходит по-другому, поскольку кроме конвекционного добавляется условие наличия воды, температурой выше 0 °С на поверхности.

В свою очередь, были проведены эксперименты [8], в результате которых было доказано, что наличие осадков в виде дождя усиливает интенсивность процесса снеготаяния, а в результате инфильтрации грунта и высоких скоростей течения р. Ангары возможно активное оттаивание и вымывание частиц грунта, что ведет к деформации и обрушению берегов.

В материалах по проекту Мотыгинской ГЭС проблема изменения ледовых режимов и их последствий требует особого внимания. Желательно провести дополнительные исследования влияния изменений ледовых режимов в нижнем бьефе после строительства Мотыгинской ГЭС на береговые деформации. Особо важным этот вопрос является по причине развития промышленности в районе Нижнего Приангарья и возможных катастрофических последствий в результате разрушения берегов и затопления территорий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Всё об Ангаре. Сведения из энциклопедий и других источников. — URL: <http://irkipedia.ru/content/angara>, 2015. [Vse ob Angare. Svedeniya iz entsiklopediy i drugikh istochnikov. — URL: <http://irkipedia.ru/content/angara>, 2015.]
- [2] ГЭС на Нижней Ангаре. — URL: <http://blog.rushydro.ru/?p=8081>, 2013. [GES na Nizhney Angare. — URL: <http://blog.rushydro.ru/?p=8081>, 2013.]
- [3] Обоснование инвестиций в строительство Мотыгинской ГЭС на р. Ангаре. Оценка воздействия строительства гидроузла на окружающую среду (Окончательный вариант материалов после общественных обсуждений). 68-08-04-03-ОВОС. Книга 3. Резюме нетехнического характера. — URL: http://www.gis.rushydro.ru/file/main/gis/projects/motyginskaya/OVOS_MoGES_Kniga-3.pdf, 2009. [Obosnovanie investitsiy v stroitelstvo Motyginской GES na r. Anga-re. Otsenka vozdeystviya stroitelstva gidrouzla na okruzhayushchuyu sredyu (Okonchatelnyy variant materialov posle obshchestvennykh obsuzhdeniy). 68-08-04-03-ОВОС. Книга 3. Rezyume netekhnicheskogo kharaktera. — URL: http://www.gis.rushydro.ru/file/main/gis/projects/motyginskaya/OVOS_MoGES_Kniga-3.pdf, 2009.]
- [4] Фонд энергетического развития. — М., 2007. [Fond energeticheskogo razvitiya. — М., 2007.]
- [5] Техничко-экономический доклад на обоснование строительства Мотыгинской ГЭС. Книга 1. Выбор площадки строительства. Раздел 1. Выбор створа ГЭС. № 198.01.00.01-1Т/1. — Санкт-Петербург, 2006. [Tekhniko-ekonomicheskii doklad na obosnovanie stroitelstva Motyginской GES. Книга 1. Vybora ploshchadki stroitelstva. Razdel 1. Vybora stvora GES. № 198.01.00.01-1Т/1. — Sankt-Peterburg, 2006.]
- [6] *Шаталина И.Н., Трегуб Г.А.* Ледовые проблемы строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений. — Санкт-Петербург: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 2013. [*Shatalina I.N., Tregub G.A.* Ledovye problemy stroitelstva i ekspluatatsii gidrotekhnicheskikh sooruzheniy. — Sankt-Peterburg: VNIIG im. B.Ye. Vedeneeva, 2013.]
- [7] *Готлиб Я.Н., Донченко Р.В., Пехович А.И., Соколов И.Н.* Лед в водохранилищах и нижних бьефах ГЭС. — Ленинград: Гидрометеоздат, 1983. [*Gotlib Ya.N., Donchenko R.V., Pekhovich A.I., Sokolov I.N.* Led v vodokhranilishchakh i nizhnikh befakh GES. — Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983.]
- [8] *Грицук И.И., Дебольская Е.И., Дебольский В.К., Масликова О.Я.* Лабораторное исследование влияния внешних воздействий на процесс таяния снежного покрова. — М.: ФГБУН Институт водных проблем РАН, 2014. [*Gritsuk I.I., Debolskaya Ye.I., Debolskiy V.K., Maslikova O. Ya.* Laboratornoe issledovanie vliyaniya vneshniy vozdeystviy na protsess tayaniya snezhnogo pokrova. — М.: FGBUN Institut vodnykh problem RAN, 2014.]

MOTYGINSKAYA HYDROPOWER PLANT IMPACT ON DOWNSTREAM ICE PROCESSES

A.V. Shtil¹, N.K. Ponomarev¹, I.I. Gritsuk^{1,2}

¹ Department of hydraulics and hydrotechnical construction

Engineering faculty

People's Friendship University of Russia

Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

² Russian Academy of Sciences

Water Problems Institute

Gubkina str., 3, Moscow, Russia, 119333

The article seeks to conduct research on the possible consequences on existing regimes of the Angara River after the construction of Motynginskaya hydropower plant. Commissioning not only will make significant changes in the existing microclimate of the upstream, but also will violate the existing ice regimes of the Lower Angara. Thorough studies of the effects and model creations of existing regimes changes can contribute to a change in the project in order to prevent possible catastrophic consequences.

Key words: Angara, Motynginskaya hydropower plant, construction, ice regime, ice jam, bank destruction.