

Тема 5. Эффективность использования гидроэнергетических ресурсов.

Гидроэнергетическими ресурсами, которые могут быть использованы для получения механической или электрической энергии, считаются:

- гидроэнергия рек;
- энергия морских приливов и отливов;
- энергия морских волн.

Наибольшее значение (более 99,9% реально используемой в мире гидроэнергии) в настоящее время имеет энергия водяного стока рек.

Гидравлическая энергия рек представляет собой работу, которую совершает текущая в них вода. Силой, осуществляющей работу водяного потока, является вес воды. Действие силы воды определяется падением водотока, т.е. разностью уровней воды в начале 1-1 и конце 2-2 рассматриваемого участка (рис. 5.1).

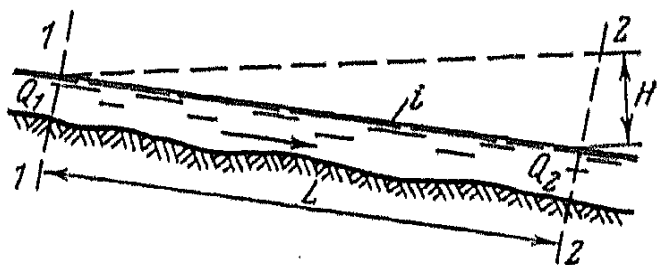


Рисунок 5.1 – Схематический профиль участка реки.

Если падение участка реки длиной L , м, составляет H , м, то при расходе воды Q , м³/с, равном его среднему значению в начале и конце участка. Работа текущей воды в течение одной секунды, т.е. мощность водотока N , Вт или Дж/с, на рассматриваемом участке составляет:

$$N = \rho g Q H = 9810 Q H,$$

где ρ – плотность воды, кг/м³, g – ускорение свободного падения, м/с².

Поскольку в энергетике мощность измеряется в киловаттах, то:

$$N = 9,81 Q H,$$

Энергия водотока $\mathcal{E}$, кВт•ч, определяемая произведением мощности на время t , с, составляет:

$$\mathcal{E} = \frac{9,81 Q H t}{3600} = \frac{W H}{367},$$

где $W = Q t$ – объем используемого стока, м³.

Эта зависимость оценивает потенциальные или теоретические гидроэнергоресурсы, т.е. без учета потерь стока и водной энергии при ее преобразовании в электрическую.

Разделение водотоков на участки при определении их потенциальных энергоресурсов осуществляется с учетом уклонов реки, створов впадения ее крупных притоков и соответствующего увеличения стока, а также в зависимости от наиболее выгодных створов по топографическим, геологическим и технико-экономическим условиям.

Расход воды для каждого участка реки принимается по среднегодовым значениям расходов в начальных и конечных створах. при этом расчет ведется по указанным расходам воды для лет с обеспеченностью стока в 50 и 95% и такой же обеспеченностью годовой выработки электроэнергии.

При определении гидроэнергоресурсов необходимо располагать соответствующими исходными данными. Для получения этих данных, особенно гидрометрических, требуется длительный период наблюдений, что приводит к необходимости уточнения гидроэнергоресурсов с течение времени. По мере накопления указанных данных.

Помимо потенциальных гидроэнергоресурсов необходимо знать ту часть гидроэнергетических ресурсов, которая может быть использована для получения электроэнергии путем создания гидроэлектростанции, - так называемый технический потенциал.

Недоиспользование потенциальных гидроэнергоресурсов происходит вследствие потерь воды из водохранилища, включая забор воды для неэнергетических целей, потерь напора в водопроводящих сооружениях, потерь энергии при ее преобразовании турбинами в механическую и генераторами в электрическую энергию. Кроме того, часть напора $\Delta H_{\text{подп}}$

теряется вследствие кривой подпора используемого участка реки (рис. 5.2), а некоторые ее участки вообще не могут быть использованы из-за невозможного затопления крупных городов и других важных объектов. А также при неблагоприятных топографических и геологических условиях.

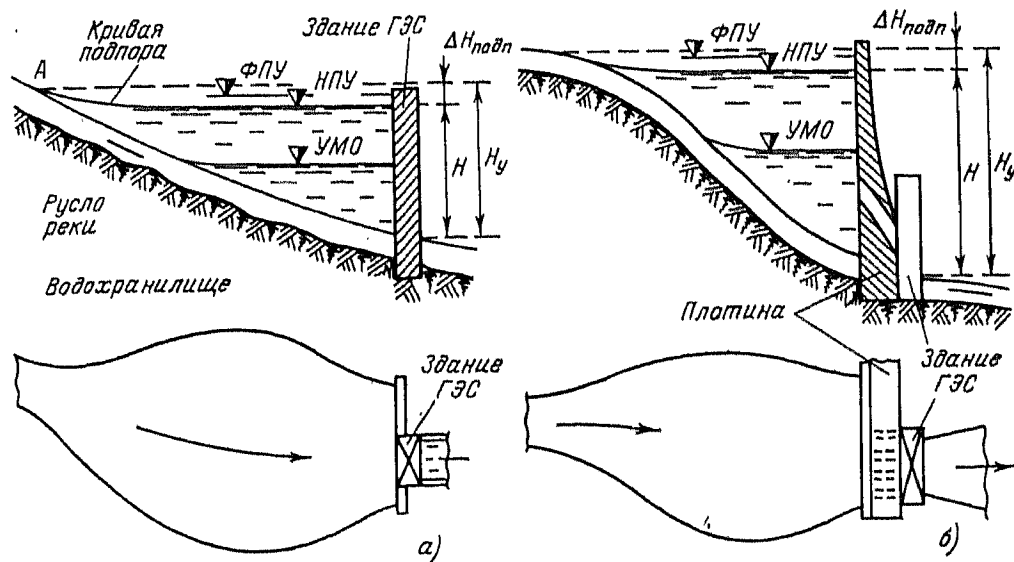


Рисунок 5.2 – Плотинные схемы концентрации напора.

а- русловая схема; б – приплотинная схема.

Мощность N используемого гидроэлектростанцией участка реки, с учетом потери воды, напора и энергии, может быть определена следующим образом:

$$N = 9,81 Q H_{\text{под}} \eta_t \eta_g$$

где Q – расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$, используемой ГЭС для получения электроэнергии; $H_{\text{под}}$ – подведенный к турбинам напор, определяемый разность уровней верхнего и нижнего бьефов с учетом гидравлических потерь в водопроводящих сооружениях; η_t – к.п.д. турбин; η_g – к.п.д. генераторов.

Таким образом, гидроэнергоресурсы можно разделить следующим образом:

1) Теоретические гидроэнергетические ресурсы – это теоретические запасы, определяемые по формуле:

$$\mathcal{E} = 8760 \sum_{i=1}^n 9.81 Q_i H_i$$

где $\mathcal{E}$ – энергия, кВт•ч; Q_i – средний годовой расход реки на i -м рассматриваемом участке, м³/с; H_i – падение уровня реки на этом участке, м; n – число участков; 8760 – число часов в году.

Теоретические гидроэнергетические ресурсы подсчитываются в предположении, что весь сток будет использован для выработки электроэнергии без потерь при преобразовании гидравлической энергии в электрическую.

2) Технические гидроэнергетические ресурсы – всегда меньше теоретических, так как они учитывают потери:

- гидравлических напоров в водоводах, бьефах, на неиспользуемых участках водотоков;
- расходов воды на испарение из водохранилищ, фильтрацию, холостые сбросы и т.п.;
- энергии в различном гидроэнерготехническом оборудовании.

Технические ресурсы характеризуют возможность получения энергии на современном этапе.

3) Экономические гидроэнергетические ресурсы – это часть технических ресурсов, которую по современным представлениям целесообразно использовать в обозримой перспективе. Они существенно зависят от прогресса в энергетике, удаленности ГЭС от места подключения к энергосистеме, обеспеченности рассматриваемого региона другими энергетическими ресурсами, их стоимостью, качеством и т.п.

Данные о теоретическом гидроэнергетическом потенциале и о фактической выработке гидроэлектроэнергии по континентам и по миру в целом приведены в таблице 5.1. Эти данные показывают, что особенно большие резервы для сооружения гидроэлектростанций имеются в Африке и Азии.

Данные по азиатской части России включены в данные по Европе и не учитываются в данных по Азии.

Таблица 5.1 - Теоретический гидроэнергетический потенциал и выработка гидроэлектроэнергии по континентам мира в 2004 году.

Континент	Теоретический потенциал	Выработка гидроэлектроэнергии	Степень использования теоретического потенциала, %
Азия	15661	771	4,9
Южная Америка	7396	570	7,7
Европа	4956	730	14,7
Африка	3692	90	2,4
Северная Америка	2942	684	23,3
Океания	593	45	7,6
Всего (Мир)	35240	2890	8,2

Почти две трети теоретического гидроэнергетического потенциала рек мира сосредоточены в 11 странах, перечисленных в таблице 5.2. Эти страны производят в настоящее время половину всей гидроэнергии мира, но во многих из них имеются значительные резервы для строительства гидроэлектростанций.

Таблица 5.2 – Распределение теоретического гидроэнергетического потенциала и выработки гидроэлектроэнергии в мире в 2004 году.

	Теоретический потенциал, ТВт/	Выработка гидроэлектроэнергии, ТВт	Степень использования теоретического потенциала, %
Китай	5922	351	5,9
Бразилия	3020	321	10,6
Индия	2638	85	3,2
Россия	2400	178	7,4
Индонезия	2147	12,3	0,6
Перу	1812	19,6	1,1
Демокр. Респ. Конго	1397	6,8	0,5
Канада	1332	341	25,6
Колумбия	1000	38	3,8
Непал	727	2,3	0,3
Япония	718	103	14,4
11 стран с наибольшим энерг. потенциалом	23113	1458	6,3
Другие страны	12127	1432	11,8
Мир	35240	2890	8,2

Использование энергии рек для выработки электроэнергии не сопровождается эмиссией парниковых газов и не меняет теплового баланса Земли. Поэтому в настоящее время по всему миру уделяют большое внимание строительству не только крупных, но и малых гидроэлектростанций. При этом приходится все же учитывать ограничения. Вызываемые следующими факторами:

- удаленность многих перспективных гидроэлектростанций от крупных городов или от промышленных центров потребления электроэнергии, что приводит к дополнительным расходам по сооружению мощных линий электропередач;

- слишком большая площадь водохранилищ крупных гидроэлектростанций, особенно на равнинных реках, приводящая в случае их сооружения к утрате сельско-хозяйственных угодий, лесных массивов, мест обитания людей, потере исторических и архитектурных памятников и т.д.;

- нежелательное изменение местных климатических условий;

- нежелательное изменение режима грунтовых вод;

- ухудшение условий миграции рыб и нежелательное изменение речной фауны.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что относится к гидроэнергетическим ресурсам?
2. Что представляет собой гидравлическая энергия рек?
3. Какая зависимость оценивает потенциальные или теоретические гидроэнергоресурсы?
4. Что называют техническим потенциалом?
5. Перечислите виды гидроэнергетических ресурсов.