**Гидроэнергетические ресурсы мира**

Человек еще в глубокой древности обратил внимание на реки как на доступный источник энергии. Для использования этой энергии люди научились строить водяные колеса, которые вращала вода; этими колесами приводились в движение мельничные постава и другие установки. Водяная мельница является ярким примером древнейшей гидроэнергетической установки, сохранившейся во многих странах до нашего времени почти в первозданном виде. До изобретения паровой машины водная энергия была основной двигательной силой на производстве. По мере совершенствования водяных колес увеличивалась мощность гидравлических установок, приводящих в движение станки и т.д. В 1-й половине XIX века была изобретена гидротурбина, открывшая новые возможности по использованию гидроэнергоресурсов. С изобретением электрической машины и способа передачи электроэнергии на значительные расстояния началось освоение водной энергии путем преобразования ее в электрическую энергию на гидроэлектростанциях (ГЭС).

**Общие сведения**

Гидроэнергоресурсы - это запасы энергии текущей воды речных потоков и водоемов, расположенных выше уровня моря (а также энергии морских приливов).

Существенную особенность в оценку гидроэнергоресурсов вносит то обстоятельство, что поверхностные воды - важнейшая составляющая часть экологического баланса планеты. Если все остальные виды первичных энергоресурсов используются преимущественно для выработки энергии, то гидравлические ресурсы должны оцениваться и с точки зрения возможностей осуществления промышленного и общественного водоснабжения, развития рыбного хозяйства, ирригации, судоходства и т.д.

Характерна для гидроэнергоресурсов и та особенность, что преобразование механической энергии воды в электрическую происходит на ГЭС без промежуточного производства тепла.

Энергия рек возобновляема, причем цикличность ее воспроизводства полностью зависит от речного стока, поэтому гидроэнергоресурсы неравномерно распределяются в течение года, кроме того их величина меняется из года в год. В обобщенном виде гидроэнергоресурсы характеризуются среднемноголетней величиной (как и водные ресурсы).

В естественных условиях энергия рек тратится на размыв дна и берегов русла, перенос и переработку твердого материала, выщелачивание и перенос солей. Эта эрозионная деятельность может приводить и к вредным последствиям (нарушение устойчивости берегов, наводнения и др.), и иметь полезный эффект как, например, при выносе из горной породы руды и минеральных веществ, формирование, вынос и накопление различных стройматериалов (галечник, песок). Поэтому использование гидроресурсов для выработки электроэнергии наносит ущерб формированию других важных ресурсов.

Использование гидроэнергетических ресурсов занимает значительное место в мировом балансе электроэнергии. В 70-80-х годах вес гидроэнергии находился на уровне примерно 26 % всей выработки электроэнергии мира, достигнув значительной абсолютной величины. Выработка электроэнергии ГЭС мира после 2-й Мировой войны росла большими темпами: с 200 млрд. квт-ч в 1946 г. до 860 млрд. квт-ч в 1965 г. и 975 млрд. квт-ч в 1978 г. А сейчас в мире вырабатывается 2100 млрд. квт-ч гидроэергии в год, а к 2000 г. эта величина еще вырастет. Ускоренное развитие гидроэнергетики во многих государствах мира объясняется перспективой нарастания топливно-энергетических и экологических проблем, связанных с продолжением нарастания выработки электроэнергии на традиционных (тепловых и атомных) электростанциях при слабо разработанной технологической основе использования нетрадиционных источников энергии. Основная часть мировой выработки ГЭС падает на Северную Америку, Европу, Россию и Японию, в которых производится до 80 % электроэнергии ГЭС мира.

В ряде стран с высокой степенью использования гидроэнергоресурсов наблюдается снижение удельного веса гидроэнергии в электробалансе. Так, за последние 40 лет удельный вес гидроэнергии снизился в Австрии с 80 до 70 %, во Франции с 53 до очень малой величины (за счет увеличения производства электроэнергии на АЭС), в Италии с 94 до 50 % (это объясняется тем, что наиболее пригодные к эксплуатации гидроэнергоресурсы в этих странах уже почти исчерпаны). Одно из самых больших снижений произошло в США, где выработка электроэнергии на ГЭС в 1938 г. составляла 34 %, а уже в 1965 г. - только 17 %. В то же время в энергетике Норвегии эта доля составляет 99,6 %, Швейцарии и Бразилии - 90 %, Канады - 66 %.

**Гидроэнергетический потенциал и его распределение по континентам и странам**

Несмотря на значительное развитие гидроэнергетики в мире в учете мировых гидроэнергоресурсов до сих пор нет полного единообразия и отсутствуют материалы, дающие сопоставимую оценку гидроэнергоресурсов мира. Кадастровые подсчеты запасов гидроэнергии различных стран и отдельных специалистов отличаются друг от друга рядом показателей: полнотой охвата речной системы отдельной страны и отдельных водотоков, методологией определения мощности; в одних странах учитываются потенциальные гидроэнергоресурсы, в других вводятся различные поправочные коэффициенты и т.д.

Попытка упорядочить учет и оценку мировых гидроэнергоресуров была сделана на Мировых энергетических конференциях (МИРЭК).

Было предложено следующее содержание понятия гидроэнергетического потенциала - совокупность валовой мощности всех отдельных участков водотока, которые используются в настоящее время или могут быть энергетически использованы. Валовая мощность водотока, характеризующая собой его теоретическую мощность, определяется по формуле:

N квт = 9,81 QH,

где Q - расход водотока, м3/с; H - падение, м.

Мощность определяется для трех характерных расходов: Q = 95 % - расход, обеспеченностью 95 % времени; Q = 50 % - обеспеченностью 50 % времени; Qср - среднеарифметический.

Существенным недостатком этих предложений было то, что они предусматривали учет гидроэнергоресурсов не по всему водотоку, а только по тем его участкам, которые представляют энергетический интерес. Отбор же этих участков не мог быть твердо регламентирован, что на практике приводило к внесению в подсчеты элементы субъективизма. В табл. 1 приводятся подсчитанные для шестой сессии МИРЭК данные по гидроэнергоресурсам отдельных стран.

Вопросу упорядочения учета гидроэнергоресурсов было уделено большое внимание в работе Комитета по электроэнергии Европейской экономической комиссии ООН, которая установила определенные рекомендации по данному вопросу. Этими рекомендациями устанавливалась следующая классификация в определении потенциала:

Теоретический валовой (брутто) потенциал гидроэнергетический потенциал (или общие гидроэнергетические ресурсы):

1. поверхностный, учитывающий энергию стекающих вод на территории целого района или отдельно взятого речного бассейна;

2. речной, учитывающий энергию водотока.

Табл. 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| страна | мощность брутто, млн квт при расходах | | | страна | мощность брутто, млн квт при расходах | | |
|  | 95% обесп. | 50% обесп. | средн. |  | 95% обесп. | 50% обесп. | средн |
| Америка |  |  |  | Азия |  |  |  |
| Бразилия | 16,5 |  |  | Индия | 31,4 |  |  |
| Венесуэла | 4,4 | 26,8 | 26,5 | Пакистан | 6,6 | 13,1 | 9,8 |
| Канада | 44,8 | 75,9 |  | Япония | 9,4 |  | 17,5 |
| США | 29 | 63,5 | 98,2 | Турция |  |  | 10,5 |
| Чили | 9,5 | 22,6 | 26,6 | Океания |  |  |  |
| Европа |  |  |  | Австралия | 1,2 | 2,9 | 3,9 |
| Австрия | 3,2 |  | 7 | Африка |  |  |  |
| Греция |  |  | 9,6 | Кот-д'Ивуар | 0,5 | 3,5 | 7,5 |
| Испания |  |  | 14,9 | Габон | 6 | 18 | 21,9 |
| Италия | 9,2 | 13,3 | 17,4 | Гвинея | 0,5 | 3,5 | 8 |
| Норвегия | 18,4 | 20,3 | 21,4 | Камерун | 4,8 | 18,3 | 28,7 |
| Португалия | 0,7 | 2,7 | 5,8 | Конго (Браззавиль) | 3 | 9 | 11,3 |
| Финляндия |  |  | 1,9 | Мадагаскар | 14,3 | 49 | 80 |
| Франция |  |  | 7,7 | Мали |  | 1 | 4,4 |
| Германия | 1,6 |  | 2,8 | Сенегал |  | 1,1 | 5,5 |
| Швеция |  |  | 22,5 | ЦАР | 3,5 | 10,5 | 13,8 |
| Югославия | 2,4 | 6,3 | 10,1 | Чад |  | 2,5 | 4,3 |

Эксплуатационный чистый (или нетто) гидроэнергетический потенциал:

1. технический (или технические гидроэнергоресурсы) - часть теоретического валового речного потенциала, которая технически может быть использована или уже используется (мировой технический потенциал оценивается приблизительно в 12300 млрд. квт-ч);

2. экономический (или экономические гидроэнергоресурсы) - часть технического потенциала, использование которой в существующих реальных условиях экономически оправдано (т.е. экономически выгодно для использования); экономические гидроэнергоресурсы в отдельных странах приведены в табл.4.

В соответствии с этим полная величина мировых потенциальных гидроэнергоресурсов речного стока приведена в табл.2.

Табл.2 Гидроэнергетические ресурсы (полный гидроэнергетический речной потенциал) отдельных континентов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| континент | гидроэнергоресурсы | | % от итога по земному шару | удельная величина гидроэнергоресурсов, квт/кв.км |
|  | млн. Квт | млрд. Квт-ч | |  |
| Европа | 240 | 2100 | 6,4 | 25 |
| Азия | 1340 | 11750 | 35,7 | 30 |
| Африка | 700 | 6150 | 18,7 | 23 |
| Северная Америка | 700 | 6150 | 18,7 | 34 |
| Южная Америка | 600 | 5250 | 16 | 33 |
| Австралия | 170 | 1500 | 4,5 | 19 |
| Итого по земному шару | 3750 | 32900 | 100 | 28 |
| бывший СССР | 450 | 3950 | 12 | 20 |

Приведенные расчеты в свое время внесли существенные изменения в прежние представления о распределении гидроэнергоресурсов по континентам. Особенно большие изменения были получены по Африке и Азии. Эти данные показывают, что на Азиатском континенте сосредоточено почти 36 % мировых запасов гидроэнергии, в то время как в Африке, которая считалась наиболее богатой гидроэнергоресурсами, сосредоточено около 19 %. В табл. 3 приводится сопоставление данных, характеризующих распределение гидроэнергоресурсов по континентам, полученных по разным подсчетам. Табл.3 Насыщенность гидроэнергоресурсами территории континентов, тыс. квт-ч на 1 кв. км

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Северная Америка | 300 | Европа | 225 |
| Южная Америка | 290 | Африка | 200 |
| Азия | 265 | Австралия | 170 |

Табл.4 Сопоставление данных о распределении потенциальных гидроэнергетических ресурсов по континентам (% от итога по земному шару)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| континент | по данным Геологической службы США | по данным Оксфордского атласа | по данным югославского делегата на IV МИРЭК | по данным ООН | по подсчету, произведенному в СССР |
| Европа | 10 | 10,3 | 3,6 | 13,8 | 6,4 |
| Азия | 24,2 | 22,8 | 41,2 | 34 | 35,7 |
| Африка | 38,7 | 41,1 | 20,5 | 32,2 | 18,7 |
| Северная Америка | 14 | 12,7 | 12,6 | 11,4 | 18,7 |
| Южная Америка | 9,6 | 10,1 | 19,8 | 7,6 | 16 |
| Австралия | 3,5 | 3 | 2,1 | 1 | 4,5 |
| Земля в целом | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Если даже учесть то, что прежние представления о распределении гидроэнергоресурсов основывались на данных, подсчитанных по стоку 95%-й обеспеченности, то все же нельзя не обратить внимание на исключительную завышенность в прежних представлениях потенциальных ресурсов Африки, исходивших из преувеличенных представлений о стоке рек этого континента. Если годовой сток бассейна реки Конго прежде оценивался в 500-570 мм слоя, то в настоящее время он оценивается всего в 370 мм. Для реки Нигер принимался слой стока 567 мм, а фактически он составляет около 300 мм. То же получается с данными о средней величине слоя стока, являющимися хорошими показателями гидроэнергетического потенциала отдельных континентов (см. табл. 7). Из этой таблицы видно, что по высоте континента и величине стока, т.е. по основным энергетическим показателям, Африка стоит далеко позади Азии и почти на одном уровне с Северной Америкой.

Табл. 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| континент | Средняя высота континента, м | высота слоя стока, см | площадь континента, млн. км2 | головой сток, км3 |
| Европа | 322 | 26,5 | 9,7 | 2560 |
| Азия | 912 | 22 | 44,5 | 9740 |
| Африка | 653 | 20,3 | 29,8 | 6070 |
| Северная Америка | 658 | 31,5 | 20,4 | 6450 |
| Южная Америка | 605 | 45 | 18 | 8130 |
| Австралия | 344 | 7,7 | 8 | 610 |

Т.о., распределение гидроресурсов связано в большей мере с географическими особенностями крупнейших рек и их бассейнов. Примерно 50 % мирового водостока приходится на 50 крупнейших рек, бассейны которых охватывают около 40 % суши. Пятнадцать рек из этого числа имеют сток в объеме 10 тыс. км3/с или больше. Девять из них находятся в Азии, три - в Южной и две - в Северной Америке, одна - в Африке.

В гидроэнергоресурсах мира большая часть (около 60 %) приходится на восточное полушарие, которое превосходит западное и по удельному (на единицу площади) показателю гидроресурсной обеспеченности (соответственно 17 и 15 кВт/км2.

Благодаря высокому уровню промышленного развития, страны Западной Европы и Северной Америки в течение длительного времени опережали все другие страны по степени освоения гидроэнергоресурсов. Уже в середине 20-х годов гидропотенциал был освоен в Западной Европе примерно на 6 %, а в Северной Америке, располагавшей в этот период наибольшими гидроэнергетическими мощностями, - на 4 %. Через полвека соответствующие показатели составляли для Западной Европы около 60 %, а для Северной Америки - примерно 35 %. Уже в середине 70-х годов абсолютные мощности ГЭС Западной Европы превосходили таковые в любом другом регионе мира.

В развивающихся странах относительно высокие темпы использования гидроэнергии в значительной мере обусловлены крайне низким исходным уровнем. При более чем 50-кратном увеличение за полвека установленных гидроэнергетических можностей развивающиеся страны в середине 70-х годов более чем в 4,5 раза отставали от развитых стран и по мощности электростанций, и по выработке на них электроэнергии. И если в развитых странах гидропотенциал в середине 70-х использовался примерно на 45 %, то в развивающихся странах - только на 5 %. Для всего мира этот показатель в целом составляет 18 %. Таким образом пока еще для мира характерно использование лишь небольшой части гидроэнергетического потенциала.

В связи с исчерпанием в ряде стран экономических гидроэнергоресурсов в этих странах значительно повысился интерес к сооружению гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). В Европе стали сооружать специальные ГАЭС еще в 20-30-х годах, но большое развитие они получили начиная с середины 50-х годов. В настоящее время более половины ГАЭС мира находятся в странах ЕС. В США и Канаде гидроаккумулирующие установки в прошлом получили меньшее распространение, чем в Европе, т.к. эти страны располагали большими запасами экономических гидроэнергоресурсов. Однако за последние годы в США и Канаде также повысился интерес к ГАЭС. Также большой интерес в мире в последнее время представляет использование энергии морских приливов для получения электроэнергии, это перспективное направление в гидроэнергетике, т.к. энергия морских приливов возобновляема и практически неисчерпаема - это огромный источник энергии. Во многих странах уже действуют приливные электростанции (ПЭС). Дальше всех в этом направлении пока продвинулась Франция.

**Экологический аспект в использовании гидроэнергоресурсов**

При использовании гидроэнергоресурсов очень важен экологический аспект. Строительство ГЭС во многих случаях сопровождается сооружением водохранилищ, которые подчас оказывают негативное влияние на экологическую обстановку, вносят ряд изменений в природу. Гидроэнергетика будущего должна при минимальном негативном воздействии на природную среду максимально удовлетворять потребности людей в электроэнергии. Поэтому проблемами сохранения природной и социальной среды при гидротехническом строительстве уделяется сегодня все большее внимание. В современных условиях особенно важен верный прогноз последствий подобного строительства. Результатом прогноза должны стать рекомендации по смягчению и преодолению неблагоприятных экологических ситуаций при строительстве ГЭС, сравнительная оценка экологической эффективности созданных или проектируемых гидроузлов. Таким образом, можно говорить о целесообразности образования новой, более узкой и сложной категории гидроэнергетических ресурсов - экологически эффективной части, дифференцированной по степени экологической нагрузки, вызванной использованием определенной доли гидроэнергопотенциала. К сожалению, на настоящий момент разработка методов определения экологического энергопотенциала практически не ведется, но очевидно, что развитие гидроэнергетики без детальных экологических экспертиз гидроэнергетических проектов способно подорвать и без того хрупкое экологическое равновесие в мире.

**Список литературы**

Авакян А.Б. "Комплексное использование и охрана водных ресурсов", М: 1990.

Бабурин В.Н. "Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов", М: Наука, 1986.

Большая Советская Энциклопедия, М: Сов. Энциклопедия, 1971. - том 6.

Гидроэнергетические ресурсы СССР, М: Наука, 1967.Краткая географическая энциклопедия, М: Сов. Энциклопедия, 1959. - том 2.

Обрезков В.И. "Гидроэнергетика", учебник для ВУЗов, М: 1989.

Топливно-энергетические ресурсы капиталистических и развивающихся стран, М: Наука, 1978.

Энергетик, М: 1993, ј5.

Энергия, М: 1994, ј4.

Энергия, М: 1995, ј2.