

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

А. М. Осепян

**Использование электроэнергии в производстве ферросплавов при сезонных ограничениях режима электропотребления**

(Представлено И. В. Егиазаряном 9 V 1948)

В работе приняты следующие условные обозначения:

- h — число часов использования энергетической мощности завода;
- П — производительность труда;
- $k_n$  — удельные капиталовложения на тонну ферросплавов;
- d — себестоимость тонны ферросплавов;
- Э — количество электроэнергии;
- P — мощность электростанции

Индекс 0 при буквенных выражениях —  $h_0$ ,  $P_0$ ,  $k$  и других обозначает работу производства на нормальном графике, а индекс С — работу производства на сезонном графике.

$\frac{h_c}{h_0}$  — степень обеспечения производства электроэнергией.

Поправочные коэффициенты для определения основных экономических показателей ферросплавного завода, работающего на сезонной гидроэнергии.

- $\alpha$  — при определении удельных капиталовложений на тонну продукции.
- $\beta$  — при определении производительности труда;
- $\gamma$  — при определении себестоимости продукции.

Гидравлическая энергия редко может быть использована без регулирования, ибо минимальный расход для большинства рек ничтожен по сравнению с расходом, требующимся для рентабельной работы станций.

Наша работа посвящена исследованию экономики специальных потребителей сезонной гидроэнергии, как одного из основных направлений в решении проблемы сезонной гидроэнергии.

В 1945—46 гг. автором исследована проблема использования сезонной гидроэнергии в производстве карбида-кальция<sup>(9)</sup>. Настоящее исследование является продолжением указанной работы в области производства ферросплавов.

Эти исследования впервые в энерго-экономической литературе проводятся на основе обобщения длительного опыта работы завода в условиях ограничения режима электропотребления, что дало нам возможность установить новые энерго-экономические зависимости работы

Мощности мвт	Коэффициент использования энергии реки	Выработка электроэнергии за средний гидрологический год		Продолжительн. (обеспеченность) мощности		Число часов использования мощности по водотоку				Удельный вес сезонной гидроэнергии		Потеря энергоресурса в млн. квтч		Число часов использования энергетической мощности завода	
		млн квтч	%	в час сах	%	часы	%	часы	%	млн квтч	%	млн квтч	%	часы	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P_0=12$	0,25	105	100	8760	100	8760	100	8760 <sup>1</sup>	100	—	—	335	76	7000 <sup>5</sup>	100
$P_1=24$	0,44	194	185	6520	75	8100	93	7400 <sup>2</sup>	85	89	46	246	56	6240	89
$P_2=36$	0,58	255	242	3650	41	7100	81	5100 <sup>3</sup>	58	150	59	185	42	4530	69
$P_3=108$	1,00	440	420	1460	17	4060	46	2570 <sup>4</sup>	29	335	76	—	—	2800	40

Примечание: 1)  $\frac{\mathcal{E}_0-0}{P_0-0}$ ; 2)  $\frac{\mathcal{E}_1-\mathcal{E}_0}{P_1-P_0}$ ; 3)  $\frac{\mathcal{E}_2-\mathcal{E}_1}{P_2-P_1}$ ; 4)  $\frac{\mathcal{E}_3-\mathcal{E}_2}{P_3-P_2}$ ; 5) технологический коэффициент для мощности  $P_2$ ; знаменатель для мощности от  $P_2$  до  $P_1$  вкл; 8) числитель

завода на сезонном энергетическом графике гидростанций, отличающихся от зависимостей, принятых в литературе до наших работ (3,4,6,7,8)

В качестве иллюстративного материала приводим энерго-экономическую характеристику исследованного нами комплекса гидростанция-завод (см. таблицу и график).

Анализ материалов, приведенных в таблице, показывает, что данные, характеризующие технико-экономические показатели гидростанций в зависимости от степени использования водотока, резко расходятся с данными, характеризующими показатели конечной продукции, выработанной по графику этого водотока.

Отсюда правильное суждение об экономической характеристике водотоков, как объектов гидроэнергетического использования в связи с изменением продолжительности используемого расхода, можно иметь только при разработке технико-экономических показателей, характеризующих данный водоток в комплексе гидростанция-потребитель (электропечь).

Ограничение энерго-экономических показателей рамками производителя электроэнергии неизбежно приводит к односторонним и неправильным выводам.

Результаты проведенных исследований привели автора к следующим выводам:

плекса гидростанция-ферросплавный завод

Удельные капитальные вложения										Себестоимость квтч электро-энергии				Себестоимость 1 тонны ферро-сплава			
На квтч установ-ленной мощности станции		На квтч электро-энергии		На тонну ферро-сплавов по за-воду		На тонну ферро-сплавов по стан-ции		На тонну ферро-сплавов в ком-плексе завод-станции		По общей мощ-ности ГЭС		По дополни-тельной мощ-ности ГЭС		Электроэнергия учтена по тариф-ной стоимости		Электроэнергия учтена по себе-стоимости	
руб.	%	коп.	%	руб.	%	руб.	%	руб.	%	коп.	%	коп.	%	руб.	%	руб.	%
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
6950	100	79	100	685	100	3940	100	4625	100	3,1	100	3,1	100	614	100	614	100
												0,92 <sup>6</sup>	30				
4860	70	60	76	740	103	3120	79	3860	83	2,1	68	0,92	30	647	105	534	87
												2,49 <sup>7</sup>	80				
4160	60	59	75	830	128	3120	79	4000	86	2,2	71	1,29	42	717	117	621	101
												5,08 <sup>8</sup>	164				
3240	46	80	101	1160	169	4440	113	5600	121	3,4	110	3,48	115	921	150	948	155

максимум; 6) числитель для мощности  $P_1$ ; знаменатель для мощности  $P_1$ ; 7) числитель для мощности  $P_3$ ; знаменатель для мощности от  $P_3$  до  $P_1$  включительно.

1. По своим технологическим и технико-экономическим показателям ферросплавный завод может служить потребителем-регулятором сезонных гидростанций, благодаря высокой электроемкости производства и способности его приспособливаться к сезонному режиму энергоснабжения.

2. Расход электроэнергии при сезонном графике энергоснабжения по сравнению с условиями работы завода на нормальном графике повышается при правильном выборе мощности единичных агрегатов в узких пределах, т. е. до 7—10%.

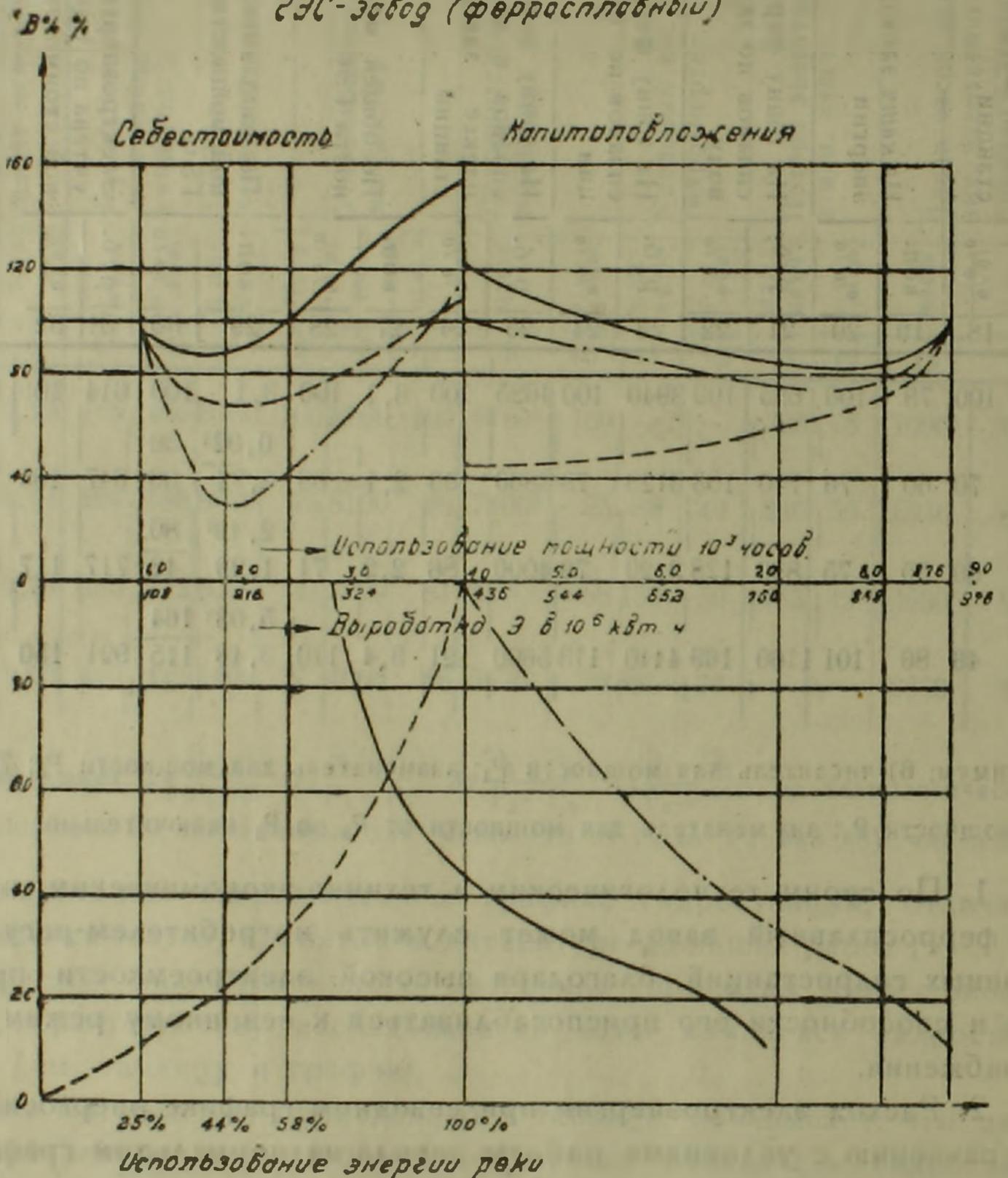
3. Экономическая мощность ферросплавных печей равна 7 мвт. Для приспособления работы цеха к меняющемуся режиму энергоснабжения допустимо иметь одну печь мощностью 4 мвт.

Дальнейшее снижение мощности печей недопустимо, так как приводит к резкому повышению удельных расходов электроэнергии и неэффективному использованию капитальных вложений по линии электростанций.

4. Производительность труда по заводу в зависимости от степени обеспечения его электроэнергией снижается в узких пределах. При минимально допустимой степени снижения обеспечения завода

электровэнергией, т. е. при  $\frac{h_c}{h_0} = 50\%$ , производительность труда снижается только на  $18\%$ .

Энерго-экономическая характеристика  
ГЭС-завод (ферросплавный)



Условные обозначения:

- — — — — выработка электроэнергии по водотоку;
- - - - - число часов использования мощности станции по водотоку;
- число часов использования энергетической мощности потребителя регулятора.

Себестоимость

- ферросплава;
- - - - - электроэнергии;
- - - - - электроэнергии дополнительной.

Капиталовложения

- на тонну ферросплава в комплексе завод-станция;
- на кВт установленной мощности станции;
- на кВтч электроэнергии.

Следовательно, производительность труда на заводе снижается не в прямой зависимости от  $\frac{h_c}{h_0}$ , а с учетом коэффициента  $\beta$ ;  $P_c = P_0 \cdot \beta \frac{h_c}{h_0}$ , причем  $\beta > 1$ .

Приводим численное выражение для коэффициента  $\beta$ :

При $h_c : h_0$	100%	90%	80%	70%	60%	50%
коэффициент $\beta$	1,00	1,08	1,17	1,29	1,46	1,69

5. Себестоимость продукции находится в прямой зависимости от степени обеспечения завода электроэнергией:

$$d_c = d_0 \cdot \gamma \frac{h_0}{h_c}, \text{ причем } \gamma < 1.$$

Приводим численное выражение для коэффициента  $\gamma$ :

При $h_0 : h_c$	100%	111%	125%	143%	167%	200%
коэффициент $\gamma$	1,00	0,95	0,88	0,81	0,74	0,67

6. В состав ферросплавного завода входят неэлектроемкие цеха, которые могут работать при минимальном обеспечении производства электроэнергией.

Поэтому при работе завода на сезонном энергетическом графике удельные капитальные вложения на тонну продукции повышаются не в прямой зависимости от степени обеспечения завода электроэнергией, а с учетом поправочного коэффициента  $\alpha$ , который в свою очередь

является функцией  $\frac{h_c}{h_0}$ ;  $K_{nc} = K_{no} \cdot \alpha \cdot \frac{h_0}{h_c}$ , причем  $\alpha < 1$ .

При $h_0 : h_c$	100%	111%	125%	143%	167%	200%
коэффициент $\alpha$	1,00	0,97	0,93	0,89	0,84	0,77

7. Эффективность гидростанции определяется путем сопоставления с другими возможными источниками энергоснабжения.

В данной работе технико-экономические показатели гидростанции сопоставлены с показателями тепловых станций. Экономические показатели тепловых станций резко колеблются в зависимости от мощности установки, уровня капитальных вложений на тонну условного топлива, сжигаемого в котлах станции, и себестоимости электроэнергии.

В средних условиях экономический предел эффективного использования капитальных вложений при производстве ферросплавов на сезонной гидростанции в комплексе завод—ГЭС составляет при  $\frac{h_c}{h_0} \geq 50\%$ .

8. Производительность труда в комплексе завод-гидростанция при минимальном значении  $\frac{h_c}{h_0}$ , т. е. 50%, превышает производительность

труда в комплексе завод-тепловая станция — топливная база, при энергоснабжении завода в первом комплексе по сезонному графику и во втором комплексе по нормальному графику.

Водно-энергетический Институт  
Академии Наук Армянской ССР  
Ереван, 1948, февраль.

#### Ա. Ս. ՇՈՎՍԵՓՅԱՆ

### Էլեկտրաէներգիայի օգտագործումը երկաթաձուլչի արտադրության մեջ՝ էլեկտրաապուման ռեժիմի սեզոնային սահմանափակումների դեպքում

Սեզոնային էներգետիկ գրաֆիկով աշխատող երկաթաձուլական գործարանի շահագործման երկարատև փորձի ընդհանրացման հիման վրա, էներգա-տնտեսական գրականության մեջ առաջին անգամ սույն հոդվածում են սահմանված երկաթսիլիցիումի արտադրության պայմանները էլեկտրաապուման ռեժիմի սեզոնային սահմանափակումների դեպքում կատարված հետազոտություններով հաստատված է հետևյալը.

1. Երկաթաձուլական գործարանն իր տեխնոլոգիական և տեխնիկա-տնտեսական ցուցանիշներով, շնորհիվ արտադրության բարձր էլեկտրատարողության և էներգամատակարարման սեզոնային ռեժիմին հարմարվելու ընդունակության, կարող է որպես սեզոնային հիդրոկայանների սպառող-կարգավորիչ ծառայել:

2. Այս աշխատության մեջ հիդրոկայանների տեխնիկա-տնտեսական ցուցանիշները համեմատված են ջերմակայանների ցուցանիշների հետ: Սեզոնային հիդրոկայանի միջոցով երկաթաձուլ արտադրելիս, գործարան-հիդրոէլեկտրակայան կոմպլեքսում գործարանն էլեկտրաէներգիայով ապահովելու դեպքում, կապիտալ ներդրումների էֆեկտիվ օգտագործման տնտեսական սահմանը, միջին պայմաններում, 50%-ից պակաս չէ:

3. Գործարանը էլեկտրաէներգիայի մինիմալ չափով, այսինքն 50%-ով ապահովելու դեպքում, գործարան-հիդրոկայան կոմպլեքսում աշխատանքի արտադրողականությունը գերազանցում է աշխատանքի արտադրողականությունից գործարան-ջերմակայան-ջերմաբազա կոմպլեքսում, եթե գործարանին առաջին կոմպլեքսում էլեկտրաէներգիա մատակարարվում է սեզոնային գրաֆիկով, իսկ երկրորդ կոմպլեքսում՝ նորմալ գրաֆիկով:

#### ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. И. В. Егуазаров. Гидроэлектрические силовые установки. Ч. 1. Основы использования водной энергии. Энергоиздат, 3-ье изд., 1934. 2. Г. Л. Золотарев. Гидроэнергоцентральный в электрической системе, 1939. 3. Б. И. Кикодзе. Проблема использования периодической энергии электрических станций, 1932. 4. В. В. Болотов и М. Н. Фельдман. Изв. Эн. Инст., 2, 1935. 5. М. Н. Фельдман. Изв. Эн. Инст., 3, 1935. 6. С. А. Кукель-Краевский. Изв. Эн. Инст., 2, 1935. 7. Г. Л. Золотарев. Изв. Эн. Инст., 3, 1935. 8. М. П. Элькинд. Потребители-регуляторы электрической нагрузки в энергосистеме. ОНТИ, 1935. 9. А. М. Осеян. ДАН Армянской ССР, 2, № 2, 1945.