

Утвержден приказом  
Министра энергетики  
Республики Казахстан  
от \_\_\_\_\_ 2020 года  
№ \_\_\_\_\_

## **Методика расчета уровня износа основных средств энергопроизводящих организаций**

### **Общие положения**

1. Настоящая Методика расчета уровня износа основных средств энергопроизводящих организаций (далее – Методика) разработана с целью обеспечения единого методологического подхода к определению уровня износа основных средств энергопроизводящих организаций и носит рекомендательный характер.

2. Методика предназначена для специалистов энергопроизводящих организаций, осуществляющих расчет физического износа основных средств.

3. В Методике использованы следующие определения:

1) наработка на расчетный период – количество часов работы оборудования (узла) с момента ввода в эксплуатацию до указанного периода ( $t_H$ );

2) нормативный срок службы – период эксплуатации оборудования в соответствии с техническим лимитом завода-изготовителя;

3) разрешенный срок эксплуатации – период времени с даты установки оборудования до даты изъятия из эксплуатации или замены;

4) парковый ресурс – период времени, определенный заводом-изготовителем, в течение которого объект должен эксплуатироваться ( $t_b$ );

5) физический износ – износ, приводящий к потере стоимости, работоспособного или исправного технического состояния вследствие ухудшения первоначальных технико-экономических показателей, вызванного естественным изнашиванием машин и оборудования в процессе эксплуатации, длительного хранения или воздействия окружающей среды.

4. Парковый ресурс энергооборудования определяется заводом-изготовителем, а также Методическими рекомендациями по контролю металла и продлению срока службы основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанции, согласованными приказом Комитета по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 22 октября 2012 года № 58.

5. Основным материалом всех узлов и элементов основного оборудования электрической станций является металл и каждый элемент или узел имеет свой определенный вес к общему весу агрегата.

Расчет износа основного оборудования (турбин, котлов и т.д.) можно рассчитать методом поэлементного расчета физического износа, который применяется для сложных, состоящих из отдельных блоков, систем, агрегатов, объектов оценки, таких как производственные линии или аппаратные комплексы осуществляется через составляющие узлы агрегатов в зависимости от тоннажа данного узла, через средневзвешенные единицы. Данный метод в полной мере отразит износ основного оборудования станции при замене отдельных элементов. Ежегодно при замене отдельных элементов котлоагрегатов и турбоагрегатов будет уменьшаться износ по котлоагрегатам и турбоагрегатам, а также общий износ основных средств энергопроизводящих организации в целом.

### **Определение уровня износа основных средств для конденсационных электрических станций и теплоэлектроцентралей**

6. Уровень износа основных средств для конденсационных электрических станций и теплоэлектроцентралей может быть рассчитан по котлоагрегатам и турбоагрегатам.

7. Уровень износа основных средств может быть рассчитан методом поэлементного расчета физического износа всех узлов котлоагрегатов и турбоагрегатов в зависимости от веса данного узла через средневзвешенные единицы.

8. Процент наработки от разрешенного срока эксплуатации может быть определен следующим образом, %:

$$X = t_n / t_3 * 100$$

$t_n$  - наработка на расчетный период (час)

$t_3$  - разрешенного срока эксплуатации (час)

9. Процент веса каждого узла агрегата от общего веса может быть рассчитан следующим образом, %:

$$Y = M_y / M_a * 100$$

$M_y$  – масса узла (тонн)

$M_a$  – масса агрегата (сумма масс узлов) (тонн)

Перечень узлов приведен в таблице 1.

10. Процент износа на данном узле может быть рассчитан следующим образом, %:

$$I = X * Y / 100$$

11. Процент износа агрегата – сумма процентов износа на всех узлах агрегата.

12. Общий уровень износа основных средств может быть рассчитан путем среднеарифметических вычислений:

$\Sigma$  износа агрегатов/ количество агрегатов.

### **Определение уровня износа основных средств для гидроэлектростанций**

13. Уровень износа основных средств гидроэлектростанций может быть рассчитан по гидроагрегатам.

14. Уровень износа может быть рассчитан через составляющие узлы гидроагрегатов (турбина, генератор, возбудитель), в зависимости от веса данного узла.

15. Процент наработки от разрешенного срока эксплуатации может быть определен следующим образом, %:

$$X = t_n / t_s * 100$$

$t_n$  - наработка на расчетный период (час)

$t_s$  - разрешенного срока эксплуатации (час)

16. Процент веса каждого узла агрегата от общего веса может быть рассчитан следующим образом, %:

$$Y = M_y / M_a * 100$$

$M_y$  – масса узла (тонн)

$M_a$  – масса агрегата (сумма масс узлов) (тонн)

Перечень узлов приведен в таблице 2.

17. Процент износа на данном узле может быть рассчитан следующим образом, %:

$$I = X * Y / 100$$

18. Процент износа гидроагрегата – сумма процентов износа на всех узлах агрегата.

19. Общий уровень износа основных средств может быть рассчитан путем среднеарифметических вычислений:

$\Sigma$  износ агрегатов / количество агрегатов.

### **Определение уровня износа основных средств для газотурбинных электростанций**

20. Уровень износа основных средств газотурбинной электростанции может быть рассчитан по следующей формуле:

$$I_{ГТЭС} = I_{ГТУ} + I_{КУ} + I_{ПТ}$$

где:

$I_{ГТУ}$  – износ газотурбинной установки;

$I_{КУ}$  – износ котла утилизатора (при наличии);

$I_{ПТ}$  – износ паровой турбины (при наличии).

21. Уровень износа газотурбинной установки может быть рассчитан через составляющие узлы газовой турбины, генератора, возбуждителя в зависимости от веса данного узла через средневзвешенные единицы.

22. Процент наработки от разрешенного срока эксплуатации может быть определен следующим образом, %:

$$X = t_n / t_3 * 100$$

$t_n$  - наработка на расчетный период (час)

$t_3$  - разрешенного срока эксплуатации (час)

23. Процент веса каждого узла агрегата от общего веса может быть рассчитан следующим образом, %:

$$Y = M_y / M_a * 100$$

$M_y$  – масса узла (тонн)

$M_a$  – масса агрегата (сумма масс узлов) (тонн)

Перечень узлов приведен в таблице 3.

24. Процент износа на данном узле может быть рассчитан следующим образом, %:

$$I = X * Y / 100$$

25. Процент износа газотурбинной установки – сумма процентов износа на всех узлах агрегата.

26. Износ котла утилизатора ( $I_{ГТУ}$ ) и паровой турбины ( $I_{ПТ}$ ) может быть рассчитан в соответствии с главой 2 настоящей Методики.

27. Общий уровень износа основных средств может быть рассчитан путем среднеарифметических вычислений:

$\Sigma$  износ агрегатов / количество агрегатов.

### **Определение уровня износа основных средств для газопоршневых электростанций**

28. Уровень износа основных средств газопоршневой электростанции может быть рассчитан по газопоршневым установкам.

29. Уровень износа газопоршневой установки может быть рассчитан сравнением фактического и нормативного времени эксплуатации, %:

$$X = t_n / t_3 * 100$$

$t_n$  - наработка на расчетный период (час)

$t_3$  - разрешенного срока эксплуатации (час)

30. Общий уровень износа основных средств может быть рассчитан путем среднеарифметических вычислений:

$\Sigma$  износ агрегатов / количество агрегатов.

### **Определение уровня износа основных средств для ветровых электростанций.**

31. Уровень износа основных средств ветровых электростанций может быть рассчитан по ветроагрегатам.

32. Уровень износа может быть рассчитан через составляющие узлы ветроагрегатов в зависимости от веса данного узла через средневзвешенные единицы.

33. Процент наработки от разрешенного срока эксплуатации может быть определен следующим образом, %:

$$X = t_n / t_3 * 100$$

$t_n$  - наработка на расчетный период (час)

$t_3$  - разрешенного срока эксплуатации (час)

34. Процент веса каждого узла агрегата от общего веса может быть рассчитан следующим образом, %:

$$Y = M_y / M_a * 100$$

$M_y$  – масса узла (тонн)

$M_a$  – масса агрегата (сумма масс узлов) (тонн)

Перечень узлов приведен в таблице 4.

35. Процент износа на данном узле может быть рассчитан следующим образом, %:

$$I = X * Y / 100$$

36. Процент износа ветроагрегата – сумма процентов износа на всех узлах агрегата.

37. Общий уровень износа основных средств может быть рассчитан путем среднеарифметических вычислений:

$\Sigma$  износ агрегатов / количество агрегатов.

**Таблица 1.** Перечень узлов для расчета уровня износа основных средств конденсационных электрических станций, теплоэлектроцентралей и котельных по энергетическим котлам, водогрейным котлам и турбоагрегатам.

№	Котлоагрегат (энергетические, водогрейные котлы)	№	Турбоагрегат
1	Барабан (при наличии)	1	Перепускные трубы (при наличии)
2	Поверхности нагрева	2	Стопорный клапан (при наличии)
2.1	Экраны (фронтальная, задняя, боковые), (при наличии)	3	Главный паропровод (при наличии)
2.2	Коллектора экранов (при наличии)	4	Цилиндр высокого давления (при наличии)
2.3	Пароперегреватели (конвективные, ширмовые, потолочные и т.д.), (при	5	Цилиндр среднего давления (при наличии)

	наличии)		
2.4	Водяные экономайзеры,(при наличии)	6	Цилиндр низкого давления (при наличии)
2.5	Воздухоподогреватели (при наличии)	7	Ротор высокого давления (при наличии)
3	Паросборная камера (при наличии)	8	Ротор среднего давления (при наличии)
4	Главный паропровод (при наличии)	9	Роторнизкого давления (при наличии)
5	Каркас	10	Паровая коробка (при наличии)
		11	Генератор (при наличии)
		11.1	Статор генератора
		11.2	Ротор генератора
		12	Возбудитель (при наличии)

**Таблица 2.**Перечень узлов для расчета уровня износа основных средств гидроэлектростанций по гидроагрегатам.

№	Гидроагрегат
1	Гидравлическая турбина (при наличии)
1.1	Затвор
1.2	Рабочее колесо гидротурбины
1.3	Вал гидротурбины
1.4	Маховик (при наличии)
2	Генератор (при наличии)
2.1	Ротор генератора (при наличии)
2.2	Статор генератора (при наличии)
3	Возбудитель (при наличии)
4	Сопловый аппарат (при наличии)

**Таблица 3.** Перечень узлов для расчета уровня износа основных средств газотурбинной электростанции по газотурбинной установке.

№	Газотурбинная установка
1	Компрессор (при наличии)
2	Камера сгорания (при наличии)
3	Газовая турбина (при наличии)
3.1	Ротор турбины (при наличии)
4	Генератор
4.1	Ротор генератора (при наличии)
4.2	Статор генератора (при наличии)
5	Возбудитель (при наличии)

**Таблица 4.**Перечень узлов для расчета уровня износа основных средств газопоршневой электростанции по газопоршневой установке.

№	Газопоршневая установка
1	Корпус (при наличии)
2	Распределительный вал (при наличии)
3	Коленчатый вал (при наличии)
4	Генератор
4.1	Ротор генератора (при наличии)
4.2	Статор генератора (при наличии)

**Таблица 5.**Перечень узлов для расчета уровня износа основных средств ветровых электростанции по ветроагрегатам.

№	Ветроагрегат
1	Устройство для изменения шага винта (при наличии)
2	Лопастни винта (при наличии)
3	Трансмиссия (при наличии)
4	Тормозная система (при наличии)
5	Электрогенератор (при наличии)
6	Возбудитель (при наличии)
7	Поворотный механизм (при наличии)
8	Мачта ветрогенератора

И так, определив средний износ по энергопроизводящим организациям, можно определить износ по республике. Износ по регионам можно рассчитать по уже определенному среднему износу электростанций в зависимости от их электрической мощности и мощности электростанций по регионам или стране.

Индикатором применяем процент износа оборудования (наработка оборудования к парковому или продлённому парковому ресурсу). Снижение степени износа основного оборудования может произойти путем своевременных планово-предупредительных ремонтов основного оборудования, замены узлов и элементов оборудования, замена самого основного оборудования и строительство новых электростанций.

### **Техническое освидетельствование оборудования**

В соответствии с пунктами 42, 43 Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей, утвержденных приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 30 марта 2015 года № 247, на каждом энергообъекте организуется постоянный и периодический контроль

(осмотры, технические освидетельствования) технического состояния энергоустановок (оборудования, зданий и сооружений), определяется круг ответственных лиц за их состояние и безопасную эксплуатацию, а также назначается персонал по техническому и технологическому надзору и утверждаются должностные обязанности.

Все технологические системы, оборудование, здания и сооружения, в том числе гидросооружения, входящие в состав энергообъекта, подвергаются периодическому техническому освидетельствованию.

Техническое освидетельствование производится комиссией энергообъекта, возглавляемой техническим руководителем энергообъекта или его заместителем. В комиссию включаются руководители и специалисты структурных подразделений энергообъекта, специалисты специализированных и экспертных организаций.

Техническое освидетельствование производится не реже одного раза в 5 лет.

Задачами технического освидетельствования являются оценка состояния, установление сроков и условий эксплуатации, а также определение мер, необходимых для обеспечения установленного ресурса энергоустановки.

В объем периодического технического освидетельствования включаются наружный и внутренний осмотр, проверка технической документации, испытания на соответствие условиям безопасности оборудования, зданий и сооружений (гидравлические испытания, настройка предохранительных клапанов, испытания автоматов безопасности, грузоподъемных механизмов, контуров заземлений).

Одновременно с техническим освидетельствованием осуществляется проверка выполнения предписаний надзорных (контрольных) органов и мероприятий, намеченных по результатам расследования нарушений работы энергообъекта и несчастных случаев при его обслуживании, а также мероприятий, разработанных при предыдущем техническом освидетельствовании.

Результаты технического освидетельствования заносятся в технический паспорт энергообъекта.

Энергоустановки с аварийно-опасными дефектами, выявленными в процессе контроля, а также с нарушениями сроков технического освидетельствования не используются в работе.

### **Цели и задачи технического освидетельствования и периодичность его проведения и продления паркового ресурса**

1. Задачами технического освидетельствования являются оценка состояния объектов энергопроизводящих организаций, зданий и сооружений, основного и вспомогательного оборудования, принимаемые меры для



обеспечения установленного ресурса, сохранения работоспособного состояния, требуемой эксплуатационной надежности каждого объекта в целом.

2. Техническое свидетельствование объекта проводится для осуществления независимой всесторонней экспертной оценки текущего состояния её элементов, уточнения сроков и условий эксплуатации, а также определения необходимых мер (дополнительного диагностического контроля, ремонта, модернизации, реконструкции или замены оборудования) для обеспечения безаварийного и безопасного выполнения технологических функций, возлагаемых на энергопроизводящую организацию.

3. Техническое свидетельствование можно проводить периодически не реже чем один раз в 5 лет. Конкретный срок последующего освидетельствования электросетевого объекта определяется комиссией, указывается в Акте-заключении.

4. Продление срока эксплуатации оборудования можно провести по истечении установленного заводской (или другой нормативно-технической) документацией срока службы или нормативного ресурса основного энергооборудования, но не позднее 25 лет с момента ввода объекта в эксплуатацию, если нет данных завода-изготовителя о сроке службы.

Продления срока службы можно провести только после полного технического освидетельствования с диагностикой, анализом, контролем и оценкой технического состояния.

5. Ежегодное проведение силами предприятия обследования и анализа технического состояния оборудования с упором на индикаторы по снижению износа.

6. При определенном индикаторе уровня износа оборудования в процентах (80 %), при приближении к которому не менее чем за 2 года энергопредприятия разрабатывают мероприятия или проект по замене, обновлению изношенных узлов оборудования или установки в целом.

7. При достижении выработки оборудования 2-х парковых ресурсов может быть проведена его замена, при этом подготовка к замене оборудования может быть начата заблаговременно с применением наилучших доступных технологий (производительность, удельный расход, КПД, экология и т.д.).

8. Предприятиям рекомендуется разработать план-программу по снижению уровня износа с ежегодным обновлением, исходя из которого, планируются капитальные ремонты оборудования и обновления основных фондов.

При разработке мероприятий по уменьшению износа основных средств рекомендуется руководствоваться данной Методикой оценки износа основного оборудования энергопроизводящих организаций.

Приложение к приказу  
Министра энергетики  
Республики Казахстан  
от \_\_\_\_\_ 2020 года  
№ \_\_\_\_\_

### Пример расчета уровня износа основных средств:

#### Турбоагрегат:

Наименование узла	Наработка на период	Разрешенный срок эксплуатации	X, %	Вес узла, тонн	У, %	И, %
перепускные трубы	31443	250000	12,58	7,044	8,23	1,04
ст. клапан	341881	345228	99,03	7,8911	9,22	9,13
гл. паропровод	56022	165000	33,95	13,845	16,18	5,49
ЦВД	341881	344571	99,22	46	53,75	53,33
РВД	341881	344571	99,22	10,8	12,62	12,52
<b>Всего:</b>				<b>85,5801</b>	<b>100</b>	
<b>Износ агрегата:</b>						<b>81,51</b>

Находим процент наработки от разрешенного срока эксплуатации,  
%:

$$X = t_n / t_s * 100$$

$$\text{перепускные трубы} - (31\ 443/250\ 000)*100 = 12,58\%$$

$$\text{ст. клапан} - (341\ 881/345\ 228)*100 = 99,03\%$$

$$\text{гл. паропровод} - (56\ 022/165\ 000)*100 = 33,95\%$$

$$\text{ЦВД} - (341\ 881/344\ 571)*100 = 99,22\%$$

$$\text{РВД} - (341\ 881/344\ 571)*100 = 99,22\%$$

Находим долю веса каждого узла агрегата от общего веса, %:

$$У = M_y / M_a * 100$$

перепускные трубы –  $(7,044/85,5801)*100 = 8,23\%$

ст. клапан –  $(7,8911/85,5801)*100 = 9,22\%$

гл. паропровод –  $(13,845/85,5801)*100 = 16,18\%$

ЦВД –  $(46/85,5801)*100 = 53,75\%$

РВД –  $(10,8/85,5801)*100 = 12,62\%$

Вес отдельных узлов в процентах от общего веса составляет:

перепускные трубы 8,23%, стопорный клапан 9,22 %, главный паропровод 16,18 %, цилиндр высокого давления 53,75%, ротор высокого давления 12,62%.

**Процент износа на данном узле, %:**

**$I = X*Y/100$**

перепускные трубы –  $(12,58*8,23)/100 = 1,04\%$

ст. клапан –  $(99,03*9,22)/100 = 9,13\%$

гл. паропровод –  $(33,95*16,18)/100 = 5,49\%$

ЦВД –  $(99,22*53,75)/100 = 53,33\%$

РВД –  $(99,22*12,62)/100 = 12,52\%$

**Процент износа агрегата – сумма процентов износа на всех узлах агрегата.**

$1,04+9,13+5,49+53,33+12,52 = 81,51\%$

**Котлоагрегат**

Наименование узла	Наработка на период	Разрешенный срок эксплуатации	X, %	Вес узла, тонн	Y, %	I, %
барабан	307 562	344 720	89,22	53860	65,12	58,10
КПП 1ст.	307 562	319 720	96,20	2055	2,48	2,39
КПП 2ст.	307 562	319 720	96,20	3287	3,97	3,82
впрыск парохладителя	307 562	319 720	96,20	1540,74	1,86	1,79
переп. к парохладителю	171 343	350 000	48,96	2800	3,39	1,66
переп. от парохладителя	307 562	309 720	99,30	1710	2,07	2,06
переп. к парос.	307 562	309 720	99,30	3484	4,21	4,18
паросборная	307 562	319 720	96,20	475	0,58	0,56

камера						
пар. тройник	100 167	250 000	40,07	150	0,18	0,07
гл. паропровод	11 498	165 000	6,97	13352,53	16,14	1,12
<b>Всего:</b>				<b>82714,27</b>	<b>100</b>	
<b>Износ агрегата:</b>						<b>75,75</b>

**Находим процент наработки от разрешенного срока эксплуатации, %:**

$$X = t_n / t_s * 100$$

$$\text{барабан} - (307\ 562/344\ 720)*100 = 89,22\%$$

$$\text{КПП 1ст.} - (307\ 562/319\ 720)*100 = 96,20\%$$

$$\text{КПП 2ст.} - (307\ 562/319\ 720)*100 = 96,20\%$$

$$\text{впрыск пароохладителя} - (307\ 562/319\ 720)*100 = 96,20\%$$

$$\text{переп. к пароохладителю} - (171\ 343/350\ 000)*100 = 48,96\%$$

$$\text{переп. от пароохладителя} - (307\ 562/309\ 720)*100 = 99,3\%$$

$$\text{переп. к парос.} - (307\ 562/309\ 720)*100 = 99,3\%$$

$$\text{паросборная камера} - (307\ 562/319\ 720)*100 = 96,20\%$$

$$\text{пар. тройник} - (100\ 167/250\ 000)*100 = 40,07\%$$

$$\text{гл. паропровод} - (11\ 498/165\ 000)*100 = 6,97\%$$

**Находим долю веса каждого узла агрегата от общего веса, %:**

$$Y = M_y / M_a * 100$$

$$\text{барабан} - (53\ 860/82\ 714,27)*100 = 65,12\%$$

$$\text{КПП 1ст.} - (2\ 055/82\ 714,27)*100 = 2,48\%$$

$$\text{КПП 2ст.} - (3\ 287/82\ 714,27)*100 = 3,97\%$$

$$\text{впрыск пароохладителя} - (1\ 540,74/82\ 714,27)*100 = 1,86\%$$

$$\text{переп. к пароохладителю} - (2\ 800/82\ 714,27)*100 = 3,39\%$$

$$\text{переп. от пароохладителя} - (1\ 710/82\ 714,27)*100 = 2,07\%$$

$$\text{переп. к парос.} - (3\ 484/82\ 714,27)*100 = 4,21\%$$

$$\text{паросборная камера} - (475/82\ 714,27)*100 = 0,58\%$$

$$\text{пар. тройник} - (150/82\ 714,27)*100 = 0,18\%$$

$$\text{гл. паропровод} - (13\ 352,53/82\ 714,27)*100 = 16,14\%$$

**Процент износа на данном узле, %:**

$$I = X * Y / 100$$

$$\text{барабан} - (89,22*65,12)/100 = 58,10\%$$

$$\text{КПП 1ст.} - (96,20*2,48)/100 = 2,39\%$$

$$\text{КПП 2ст.} - (96,20*3,97)/100 = 3,82\%$$

$$\text{впрыск пароохладителя} - (96,20*1,86)/100 = 1,79\%$$

$$\text{переп. к пароохладителю} - (48,96*3,39)/100 = 1,66\%$$

переп. от пароохладителя –  $(99,30*2,07)/100 = 2,06\%$   
 переп. к парос. –  $(99,30*4,21)/100 = 4,18\%$   
 паросборная камера –  $(96,2*0,58)/100 = 0,56\%$   
 пар. тройник –  $(40,07*0,18)/100 = 0,07\%$   
 гл. паропровод –  $(6,97*16,14)/100 = 1,12\%$

**Общий уровень износа основных средств находим путем среднеарифметических вычислений:**

**Σ износов / количество оборудования, например:**

КА ст. № 1 – износ 93%  
 КА ст. № 2 – износ 84,45%  
 КА ст. № 3 – износ 77,69%  
 КА ст. № 4 – износ 79,71%  
 КА ст. № 5 – износ 75,75%  
 КА ст. № 6 – износ 31,67%  
 КА ст. № 7 – износ 32,01%  
 КА ст. № 9 – износ 76,49%  
 КА ст. № 10 – износ 76,73%  
 КА ст. № 11 – износ 80,89%  
 КА ст. № 12 – износ 64,65%

ТА ст. № 1 – износ 98,43%  
 ТА ст. № 2 – износ 48,82%  
 ТА ст. № 3 – износ 85,66%  
 ТА ст. № 4 – износ 0,35%  
 ТА ст. № 5 – износ 84,33%  
 ТА ст. № 6 – износ 81,51%  
 ТА ст. № 7 – износ 84,74%

$(93+84,45+77,69+79,71+75,75+31,67+32,01+76,49+76,73+80,89+64,65)/11 = 70,276\%$   
 $(98,43+48,82+85,66+0,35+84,33+81,51+84,74)/7 = 69,13\%$

**Общий уровень износа основных средств:**

**$(70,276+69,13)/2 = 69,7\%$**

---