

## Методика проверки соответствия гидроагрегатов ГЭС (ГАЭС) требованиям, предъявляемых к ним для участия в НПРЧ

### 1. Общие положения

1.1. Сертификационные испытания гидроагрегата на соответствие требованиям стандарта организации ОАО «СО ЕЭС» СТО 59012820.27.140.001-2014 «Нормы участия гидроагрегатов гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций в нормированном первичном регулировании частоты» (далее – Стандарт) должны включать в себя проведение проверок по разделам 2–8.

1.2. Проверка участия гидроагрегата в НПРЧ должна производиться путем имитации отклонений частоты в САУ ГА и ГРАМ параллельно с действующим трактом общего первичного регулирования частоты (ОПРЧ).

1.3. Во время проведения сертификационных испытаний должно сохраняться участие гидроагрегата в ОПРЧ.

1.4. При проведении сертификационных испытаний гидроагрегата на соответствие требованиям Стандарта динамика изменения первичной мощности гидроагрегата при максимальной требуемой первичной мощности  $\Delta P_{\Pi} = 7 \% P_{\text{ном}}$  должна быть не хуже:  $3,5 \% P_{\text{ном}}$  – за 10 секунд,  $7 \% P_{\text{ном}}$  – за 30 секунд. Задержка начала изменения мощности гидроагрегата в требуемом направлении не должна превышать 5 секунд. Допустимая область изменения первичной мощности гидроагрегата приведена на рис. 1.

1.5. Сертификационные испытания гидроагрегата на соответствие требованиям Стандарта должны проводиться для зон разрешенной работы гидроагрегата, соответствующих напору не менее расчетного (номинального).

1.6. Во время сертификационных испытаний не должны выполняться какие-либо работы в САУ ГА или ГРАМ, которые могут повлиять на результаты испытаний или нарушать их проведение. Не разрешается проводить изменений структуры или параметров САУ ГА и ГРАМ, если это не предусмотрено методикой испытаний. Все штатные системы автоматического регулирования, технологических защит и автоматики гидроагрегата должны быть введены в работу.

1.7. Во время сертификационных испытаний технологические параметры гидроагрегата не должны выходить за допустимые пределы, определенные действующими руководящими документами по эксплуатации.

1.8. В случае возникновения условий для участия гидроагрегата ГЭС (ГАЭС) в ОПРЧ и противоаварийном управлении испытания должны быть приостановлены. Возобновление испытаний допускается только с разрешения диспетчерского персонала ОАО «СО ЕЭС».

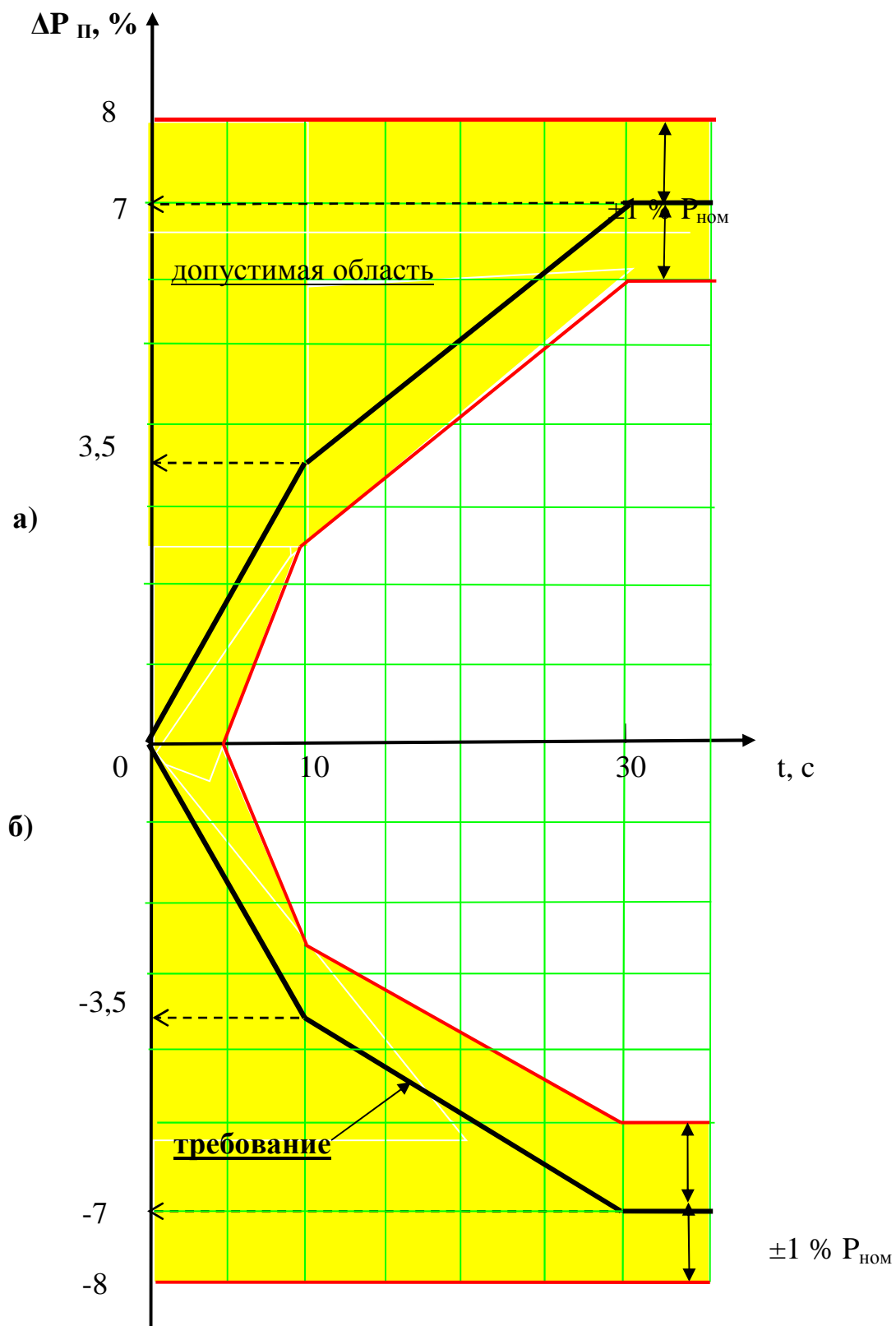


Рис. 1. Допустимая область изменения первичной мощности гидроагрегата при  $\Delta P_{\text{П}} = \pm 7\% P_{\text{НОМ}}$  при скачкообразных снижении (а) и повышении (б) частоты

## **2. Проверка выполнения требований к устройствам системы мониторинга**

В процессе испытаний сертифицируемого гидроагрегата должны быть проверены устройства системы мониторинга (АСУТП), регистрирующие параметры гидроагрегата и ГЭС (ГАЭС) в соответствии с требованиями раздела 6 Стандарта.

*Критерии оценки:*

– количество регистрируемых параметров гидроагрегата должно соответствовать пункту 6.2 Стандарта, шаг регистрации параметров – не более 1 секунды;

– дискретность регистрации измерений и заданий мощности, измерений частоты вращения гидротурбины и частоты на системах шин ГЭС, соответственно, должна быть не более 0,1 %  $P_{ном}$  и 0,001 Гц;

– аппаратные средства устройств системы мониторинга позволяют хранить весь объем регистрируемых параметров гидроагрегата и ГЭС (ГАЭС) не менее 12 месяцев;

– существует возможность копирования на внешний электронный носитель части архива за заданный промежуток времени всех или части регистрируемых параметров гидроагрегата и ГЭС (ГАЭС);

– реализована возможность мониторинга персоналом электростанции участия гидроагрегата в НПРЧ путем представления параметров в соответствии с требованиями пунктов 6.7, 6.8 Стандарта.

## **3. Проверка точности поддержания САУ ГА заданной мощности**

В процессе испытаний должна быть выполнена проверка точности поддержания задания мощности путем сравнения текущего задания и фактической мощности гидроагрегата в течение минимум одного часа.

*Критерии оценки:*

– максимальное отклонение фактической мощности гидроагрегата от задания мощности не должно превышать  $\pm 1\%$   $P_{ном}$ .

## **4. Проверка возможности задания ограничений диапазона заданной мощности гидроагрегата, изменения величин «мертвой полосы» и статизма первичного регулирования**

В случае участия сертифицируемого гидроагрегата в АВРЧМ при проверке в ГРАМ должно быть выполнено задание ограничений диапазона вторичного регулирования гидроагрегата для обеспечения требуемой величины первичного резерва в соответствии с требованиями пункта 5.6 Стандарта.

При проверке должно быть выполнено изменение в САУ ГА и в ГРАМ величины «мертвой полосы» первичного регулирования в соответствии с требованиями пункта 5.14 Стандарта.

При проверке должна быть подтверждена возможность изменения в САУ ГА и в ГРАМ статизма первичного регулирования в соответствии с требованиями пункта 5.15 Стандарта.

*Критерии оценки:*

– в случае участия гидроагрегата в АВРЧМ в ГРАМ существует возможность задания ограничений диапазона вторичного регулирования гидроагрегата для обеспечения требуемой величины первичного резерва, с учетом текущего напора;

– существует возможность изменения в САУ ГА и в ГРАМ величины «мертвой полосы» первичного регулирования с требуемой дискретностью при сохранении штатного режима функционирования гидроагрегата, без прекращения участия гидроагрегата в первичном регулировании;

– существует возможность изменения в САУ ГА и в ГРАМ величины статизма первичного регулирования с требуемой дискретностью.

## 5. Проверка нечувствительности первичных регуляторов

Проверка нечувствительности первичных регуляторов проводится при установленном статизме первичного регулирования  $S = 6\%$  при произвольно выбранной фиксированной нагрузке гидроагрегата ( $P_{зд}$ ) в пределах его зоны разрешенной работы (гидроагрегат на индивидуальном управлении).

На входе САУ ГА с периодичностью 2 минуты имитируются отклонения частоты на величину  $\Delta f = \pm 20$  мГц в соответствии с графиком на рис. 2.

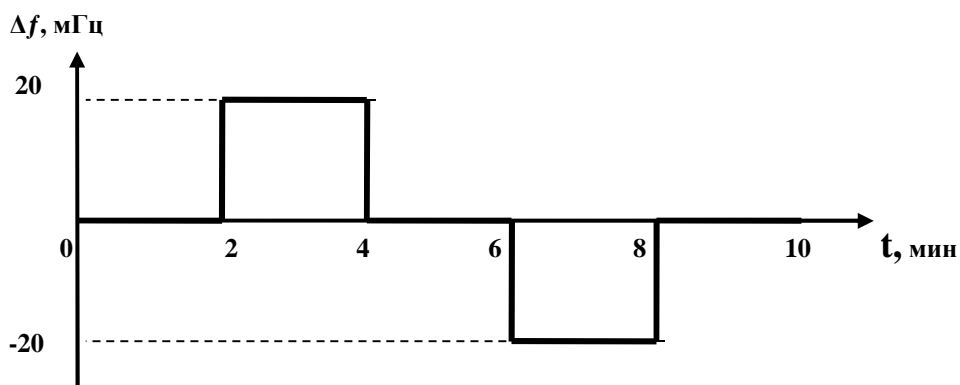


Рис. 2. Имитация отклонений частоты при проверке нечувствительности первичных регуляторов гидроагрегата

По величине изменения мощности гидроагрегата при имитации отклонений частоты должны быть определены величины фактической нечувствительности первичных регуляторов гидроагрегата.

*Критерии оценки:*

– при имитации отклонений частоты на  $\Delta f = \pm 20$  мГц должны фиксироваться противоположные по знаку каждому изменению частоты изменения мощности гидроагрегата в пределах  $(0,33 \div 0,67) \% P_{ном}$ . Изменение мощности менее  $0,33 \% P_{ном}$  означает превышение максимальной допустимой нечувствительности первичных регуляторов  $\pm 10$  мГц.

## 6. Проверка следящего режима первичного регулирования частоты

Проверка следящего режима первичного регулирования проводится при статизме первичного регулирования  $S = 6\%$  в режиме индивидуального и группового управления, при двух уровнях заданной нагрузки гидроагрегата ( $P_{зд}$ ) вверху и внизу зоны разрешенной работы:

- внизу зоны разрешенной работы:  $P_{зд} = P_{мин} + 6\% P_{ном}$ ;

- вверху зоны разрешенной работы:  $P_{зд} = P_{макс} - 6\% P_{ном}$ ,

где  $P_{макс}$  – верхняя граница зоны разрешенной работы, МВт.

$P_{мин}$  – нижняя граница зоны разрешенной работы, МВт.

Проверка производится путем последовательной имитации отклонений частоты в сторону снижения и в сторону увеличения, состоящих из трех ступеней величиной по 60 мГц с последующим снятием имитации отклонения частоты в соответствии с графиками на рис. 3 и 4.

Переходные процессы требуемого изменения первичной мощности гидроагрегата показаны на рис. 3 и 4.

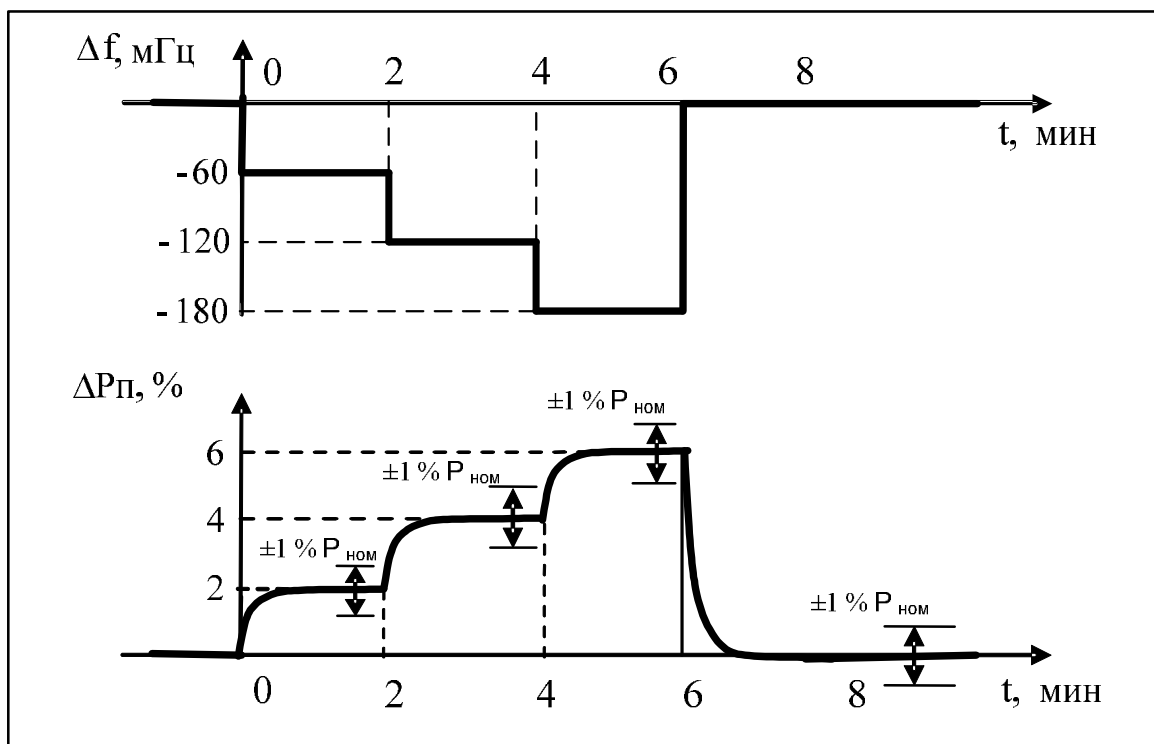


Рис. 3. Имитация отклонений частоты в сторону снижения и требуемые изменения первичной мощности гидроагрегата в следящем режиме

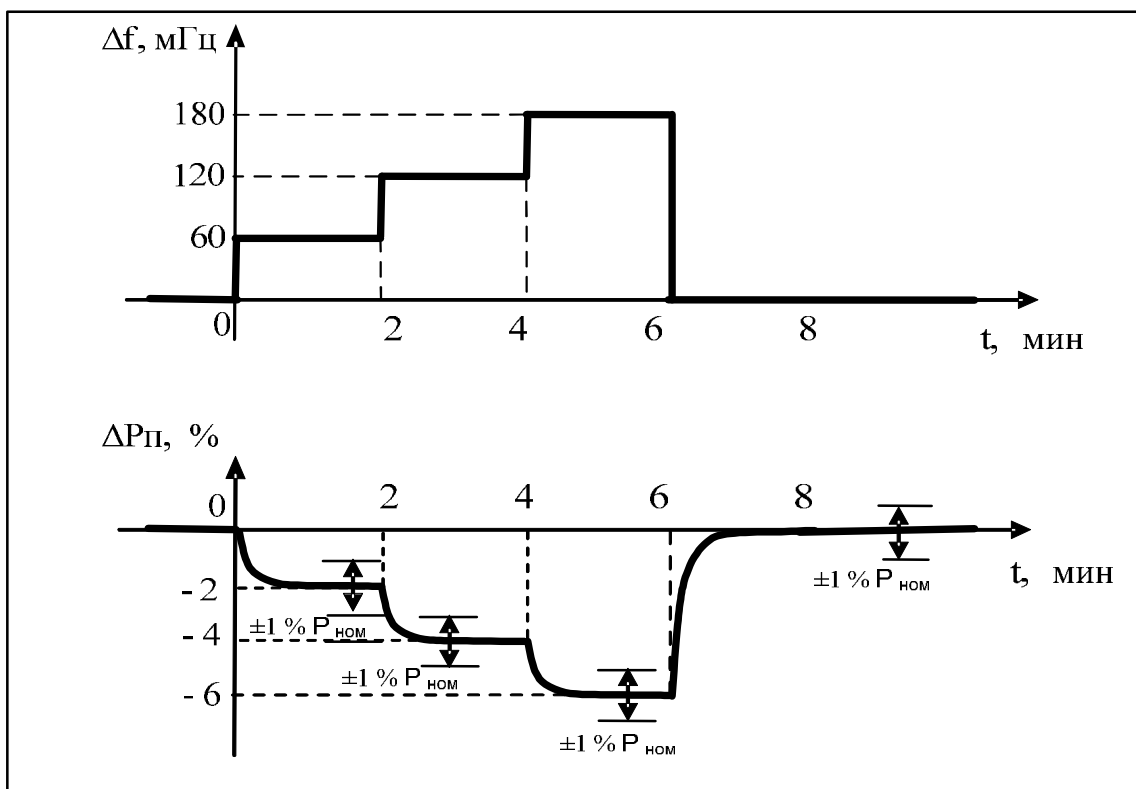


Рис. 4. Имитация отклонений частоты в сторону увеличения и требуемые изменения первичной мощности гидроагрегата в следующем режиме

*Критерии оценки:*

– при имитации отклонений частоты должны фиксироваться противоположные по знаку изменения фактической мощности гидроагрегата с требуемой динамикой, с точностью поддержания каждого нового задания мощности  $\pm 1\% P_{\text{ном}}$ , а задание мощности гидроагрегату от ГРАМ не должно препятствовать выдаче требуемой первичной мощности.

**7. Проверка динамики первичного регулирования гидроагрегата при  $\Delta P_{\text{п}} = \pm 7\% P_{\text{ном}}$**

Проверка производится при статизме первичного регулирования  $S=6\%$  на двух уровнях заданной нагрузки гидроагрегата вверху и внизу зоны разрешенной работы (гидроагрегат на индивидуальном управлении):

- внизу зоны разрешенной работы:  $P_{\text{зд}} = P_{\text{мин}} + 7\% P_{\text{ном}}$ ;
- вверху зоны разрешенной работы:  $P_{\text{зд}} = P_{\text{макс}} - 7\% P_{\text{ном}}$ ,

путем имитации отклонений частоты  $\Delta f = \pm 210$  мГц.

На заданном уровне нагрузки выполняется четыре последовательных опыта снижения и увеличения частоты с интервалами 2 мин в соответствии с графиком на рис. 5.

Переходные процессы требуемого изменения первичной мощности гидроагрегата показаны на рис. 5.

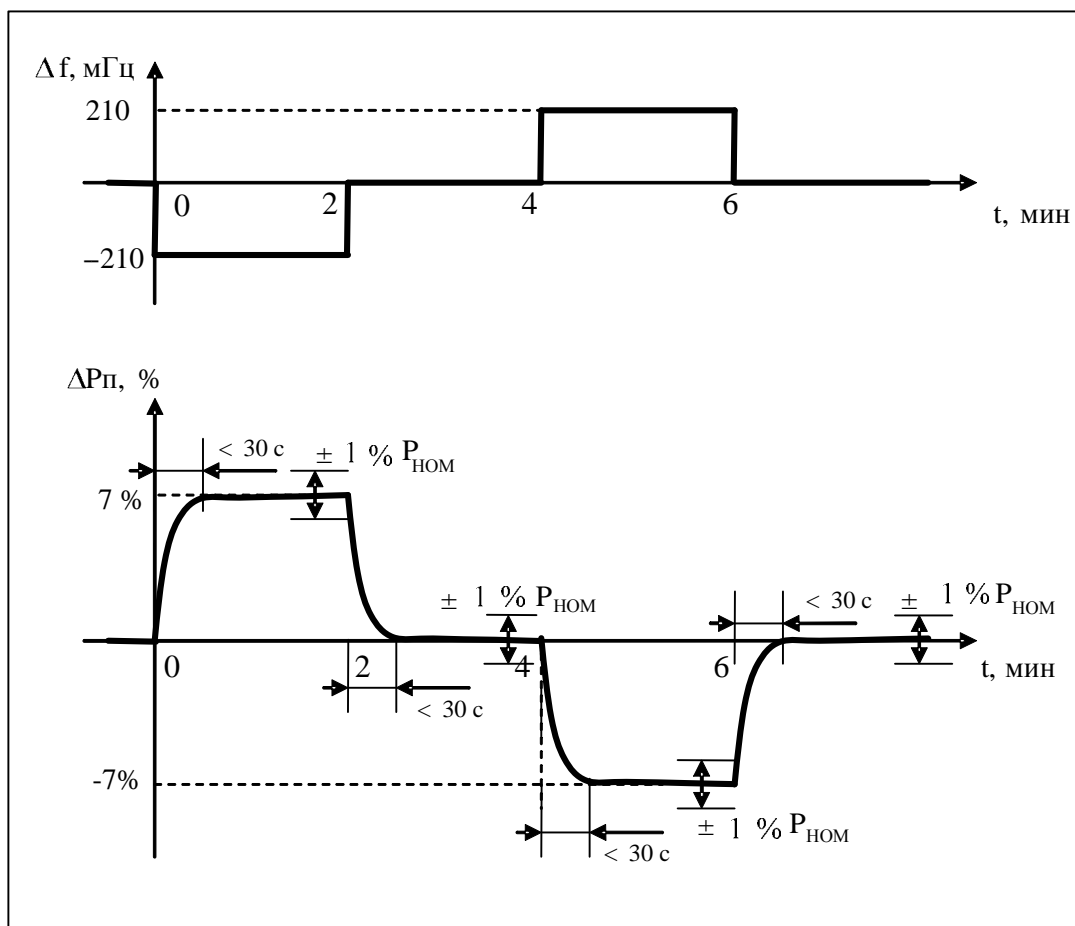


Рис. 5. Имитация отклонений частоты и требуемые изменения первичной мощности гидроагрегата при  $\Delta P_{\text{п}} = \pm 7\% P_{\text{ном}}$

*Критерии оценки:*

- при имитации отклонений частоты должны фиксироваться противоположные по знаку изменения фактической мощности гидроагрегата с требуемой динамикой и точностью поддержания каждого нового задания мощности  $\pm 1\% P_{\text{НОМ}}$ ;

- при имитации отклонений частоты на  $\Delta f = 210$  мГц должно происходить аperiodическое изменение мощности гидроагрегата на  $3,5\% P_{\text{НОМ}}$  за время  $t \leq 10$  секунд и за время  $t \leq 30$  секунд – на  $7\% P_{\text{НОМ}}$ .

**8. Проверка работы гидроагрегата в режиме НПРЧ**

8.1. После завершения проверок участия гидроагрегата в НПРЧ с имитацией отклонений частоты должна быть проведена проверка работы гидроагрегата в режиме НПРЧ.

Проверка работы гидроагрегата в режиме НПРЧ производится с «мертвой полосой» первичного регулирования равной  $50,00 \pm 0,02$  Гц, при установленном статизме первичного регулирования  $S = 4\%$ .

8.2. Проверка работы гидроагрегата в режиме НПРЧ может проводиться одновременно для всех прошедших проверку по пунктам 2÷7 гидроагрегатов при условии обеспечения резерва первичного регулирования не менее  $\pm 7\%$

$P_{ном}$  на каждом из проверяемых гидроагрегатов в пределах зоны разрешенной работы.

В процессе проверки допускается работа гидроагрегата как на индивидуальном управлении, так и на управлении от ГРАМ, в том числе в режиме АВРЧМ.

При участии гидроагрегатов в АВРЧМ первичный резерв на каждом из гидроагрегатов задается путем ограничения в ГРАМ диапазона вторичного регулирования для данных гидроагрегатов с учетом действующих границ зоны разрешенной работы гидроагрегатов при текущем напоре.

Общая продолжительность проверки гидроагрегата в режиме НПРЧ должна составлять не менее 12 часов.

Допускается временное отключение/вывод из режима производства электрической энергии участвующего в проверке гидроагрегата, при сохранении требуемой общей продолжительности проверки гидроагрегата в режиме НПРЧ.

8.3. На одном из заданных уровней нагрузки гидроагрегата должно быть произведено оперативное отключение и включение режима НПРЧ путем расширения «мертвой полосы» первичного регулирования до  $50,000 \pm 0,075$  Гц (отключение режима НПРЧ) и последующего восстановления «мертвой полосы» до  $50,00 \pm 0,02$  Гц (включение режима НПРЧ) через 1 час. Время отключения и включения режима НПРЧ должно фиксироваться.

8.4. Предварительная оценка результатов проверки гидроагрегата в режиме НПРЧ проводится на основании данных текущего мониторинга (в присутствии участников испытаний), а окончательная оценка – на основе данных архива мониторинга специалистами органа по добровольной сертификации, участвовавшими в испытаниях.

*Критерии оценки:*

– при отклонениях частоты в пределах  $50,00 \pm 0,02$  Гц и постоянной заданной нагрузке фактическая мощность гидроагрегата должна оставаться в пределах  $\pm 1\%$   $P_{ном}$  относительно заданной мощности;

– при работе в режиме группового управления задание мощности гидроагрегату от ГРАМ не должно выходить за установленные ограничения, обеспечивающие наличие первичного резерва на гидроагрегате;

– при отклонении частоты за пределы  $50,00 \pm 0,02$  Гц должно происходить заметное изменение мощности гидроагрегата;

– знак величины изменения мощности гидроагрегата должен быть противоположен знаку величины изменения частоты;

– при отклонениях частоты на величину более  $50,00 \pm 0,03$  Гц продолжительностью более 1 минуты должно четко фиксироваться соответствующее изменение первичной мощности гидроагрегата на величину  $0,5\%$   $P_{ном}$  или более, пропорционально отклонению частоты;

– при возврате частоты в пределы  $50,00 \pm 0,02$  Гц продолжительностью более 1 минуты должен фиксироваться четкий возврат мощности гидроагрегата к исходной нагрузке, соответствующей заданной;



– в случае скачкообразного изменения частоты на величину  $\pm 30$  мГц и более должно четко фиксироваться соответствующее изменение мощности гидроагрегата с требуемой динамикой первичного регулирования и последующее пропорциональное отклонению частоты изменение мощности до возврата частоты в пределы  $50,00 \pm 0,02$  Гц;

– при работе в режиме группового управления и отклонениях частоты на величину более  $50,00 \pm 0,03$  Гц фактическая мощность ГЭС должна соответствовать текущему заданию в ГРАМ с учетом требуемого задания первичного регулирования на гидроагрегатах, с точностью поддержания требуемой суммарной мощности в пределах  $\pm 1$  % номинальной мощности всех включенных гидроагрегатов;

– должно быть обеспечено устойчивое удержание средней за 1 час нагрузки гидроагрегата на уровне  $\pm 1$  %  $P_{ном}$  заданной мощности, если среднее значение частоты за 1 час находилось в пределах  $50,00 \pm 0,01$  Гц;

– в период отключения режима НПРЧ и при отклонениях частоты до  $50,000 \pm 0,075$  Гц не должно происходить заметного изменения первичной мощности гидроагрегата.