Технические предложения
№ 9750тм-I

# Шумозащитные ограждения автотрансформаторов 220-330 кВ

## А Л Ь Б О М  I

Пояснительная записка и указания по применению

gost.e-ecolog.ru

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ
№ 9750тм

# ШУМОЗАЩИТНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ АВТО-ТРАНСФОРМАТОРОВ 220 - 330 кВ

## Состав технических предложений

Альбом I. Пояснительная записка и указания по применению

Альбом 2. Электротехнические и конструктивно-строительные чертежи

Разработаны
Киевским ОКП Украинского отделения института "Энергосетьпроект"

Утверждены институтом "Энергосетьпроект"
Протокол № 107 от 27.12.79

Главный инженер Киевского ОКП В.К.Лехнев

Главный инженер проекта Ю.Б.Шур

# С П Р А В К А

В настоящих технических предложениях все технические решения приняты и разработаны в соответствии с действующими на дату выпуска проекта нормами и правилами, включая правила пожаровзрывобезопасности.

Главный инженер проекта Ю.Б.Шур

## Краткое содержание работы

Технические предложения по теме "Шумозащитные ограждения автотрансформаторов 220-330 кВ" выполнены в соответствии с планом работ института "Энергосетьпроект" на 1979 год.

Работа содержит методику ориентировочного расчета эффективности шумозащиты с помощью экранов, выбор размеров, конфигурации и размещения экранов на основании рекомендаций СНИП П-12-77 "Защита от шума", а также электротехнические и строительно-монтажные чертежи конструкций и установки экранов применительно к типовым чертежам установки автотрансформаторов.

## СОДЕРЖАНИЕ АЛЬБОМА I


| | | Стр. |
|---|---|---|
| | Пояснительная записка и указания по применению | |
| I. | Введение | 8 |
| 2. | Краткие сведения по акустике | 9 |
| 3. | Шумовые характеристики трансформаторов | II |
| 4. | Определение необходимости и степени шумозащиты | I2 |
| 5. | Расчет эффективности и размеров шумозащитных ограждений | I4 |
| 6. | Конструкции шумозащитных ограждений | I9 |
| 7. | Указания по применению технических предложений | 20 |
| 8. | Пример выбора и расчета шумозащитных ограждений | 21 |
| | Приложения | |
| I. | Таблица. Сложение уровней звукового давления | 27 |
| 2. | Таблица. Допустимые уровни звукового давления | 28 |
| 3. | График для определения снижения уровня звука в дБА в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой | 29 |

Стр.

4. Таблица. Снижение уровня звука экраном в зависимости от эффективной высоты экрана 30

5. Таблица. Снижение уровня звука экраном в зависимости от разности длин путей прохождения звукового луча 31

6. Задание на разработку технических предложений 32

7. Перечень использованной литературы 34

8. Выписка из экспертного заключения о проверке на патентную чистоту 35

В разработке технических предложений принимали участие:

Главный специалист-строитель Ю.Д.Шанес

Главный инженер проекта по строительной части И.И.Любомирский

Руководитель группы В.И.Миронюк

# I. ВВЕДЕНИЕ

В связи с возрастающими требованиями к защите окружающей среды, введением нормирования уровней шума для различных зон городской застройки [Л.I] возникла необходимость защиты от шума трансформаторов и автотрансформаторов сооружаемых и существующих подстанций.

До последнего времени выполнение расчетов уровней шума, создаваемого трансформаторами в зонах, где эти уровни нормируются, встречало существенные затруднения из-за отсутствия необходимых данных по уровням шума, создаваемого в источнике.

В настоящее время с 01.07.77 г. действует ГОСТ I2.2024-76 [Л.2], устанавливающий нормы допустимого шума для различных типов силовых трансформаторов в зависимости от типовой мощности, в соответствии с которым в технической документации на каждый трансформатор должны быть приведены данные об акустических испытаниях, что позволяет рассчитать уровни шума на различном удалении от оборудования, определить необходимость шумозащиты и способ ее выполнения.

В настоящей работе в соответствии с программой /приложение 6/ приводятся решения по применению одного из возможных видов шумозащиты - экранов для подстанций 220-330 кВ, дается методика их расчета в соответствии с [Л.I] и приводятся необходимые конструктивные и компоновочные решения, достаточные для разработки конкретных проектов.

Конструкция шумозащитных экранов разработана на основании технического проекта, выполненного Киевским ОКП "Энергосетьпроект" совместно с НИИ строительных конструкций Госстроя СССР [л.3].

## 2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО АКУСТИКЕ

2.I. Звуковая волна может рассматриваться как изменение давления, распространяющееся в воздухе с определенной скоростью. Длина волны $\lambda$ определяется как скорость звука, деленная на частоту:

$$\lambda = \frac{V}{f} \qquad /2.I/$$ где

$V$ - скорость звука в воздухе /при 20°С -340 м/с/;

$f$ - частота в Гц.

2.2. Звуковая волна, встречающая на пути распространения преграду, частично обогнет ее, а частично отразится или поглотится и преграда будет отбрасывать звуковую тень.

2.3. Со звуковой волной связана определенная мощность, пропорциональная среднеквадратичному звуковому давлению. Так как мощности слышимых звуков изменяются в очень широких пределах /от $10^{-9}$ до $40 \cdot 10^{6}$ Вт/, то для расчетов употребляются относительные величины /уровни в децибелах, дБ/, т.е. уровень звуковой мощности $L_w$ соответствующий мощности $W$ выражается через:

$$L_w = 10 \lg W/W_o, \text{ дБ} \qquad /2.2/$$

где $W_o$ - эталонная мощность, обычно I пиковатт.

Звуковую мощность непосредственно измерить затруднительно, а звуковое давление может быть измерено с помощью микрофона, поэтому обычно пользуются уровнем звукового давления $L_P$.

Как было указано выше, звуковая мощность пропорциональна среднеквадратичному давлению, поэтому относительный уровень звукового давления, соответствующий давлению "P", может быть выражен, как

$$L_P = 10 \lg P^2/P_0^2 = 20 \lg P/P_0, \text{ дБ} \quad /2.3/$$

где $P_0$ – эталонное давление, равное 0,0002 микробара.

Звук с давлением $P_0$ едва различим для очень чувствительного слуха в полной тишине и имеет относительный уровень в 0 дБ.

2.4. Сложение звуков разных частот или от разных источников производится сложением их среднеквадратичных давлений:

$$P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2} \quad /2.4/$$

или преобразованием в соответствующие уровни:

$$10^{L_P/10} = 10^{L_{P1}/10} + 10^{L_{P2}/10} \quad /2.5/$$

Откуда следует, что при сложении двух одинаковых уровней суммарный уровень увеличивается на 3 дБ.

Для упрощения расчетов сложения уровней звукового давления можно пользоваться таблицей 5 [ П.1 ] /приложение I/.

2.5. Обычно звук состоит из ряда частот, поэтому уровни звукового давления также измеряются и нормируются в отдельных октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Кроме того, шум может характеризоваться эквивалентным уровнем звука в дБА, который определяется по прибору с фильтром "А", соответствующим характеристике чувствительности человеческого слуха.

## 3. ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ /АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ/

3.I. Шум трансформатора вызывается воздействием вибрации сердечника на стенки бака. Вибрация сердечника, в свою очередь, вызывается магнитострикцией, в результате чего в шуме трансформатора преобладает основная частота, равная удвоенной частоте напряжения в сети /I00 Гц/, а также ее гармоники /200, 400, 800 Гц/.

3.2. Значения уровней звука трансформаторов, в дБА, принимаемые в расчетах, определяются по заводским данным или в зависимости от типовой мощности по ГОСТ I2.2024-76 [Л.2] /см.также [Л.5]/.

3.3. В создании шума трансформатора участвуют также устройства охлаждения масла - насосы и вентиляторы, что в соответствии с ГОСТ [Л.2] повышает общий уровень звука на 3 дБА.

## 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ И СТЕПЕНИ ШУМОЗАЩИТЫ

4.I. В соответствии с п. 3.4 СНИП [Л.I] допустимые уровни звукового давления для жилых и общественных зданий и их территорий не должны превышать значений, приведенных в таблице I [Л.I] /приложение 2/.

4.2. Величина снижения уровня звука трансформатора с удалением от него при распространении звука в свободном поле может быть определена по графику рис. 26 [Л.I] /приложение 3/, если известен эквивалентный уровень звукового давления, измеренный в дБА в 7,5 м от центра бака трансформатора.

В связи с большой излучающей поверхностью бака трансформатора уровень звука на расстоянии 7,5 м от трансформатора может быть принят таким же, как и на расстоянии 0,3 м - без принудительного охлаждения /система М/ или в 2 м - с включенным охлаждением /система Д и ДП/ от контура бака трансформатора.

При наличии данных об уровнях звукового давления в октавных полосах величина снижения уровня звука с расстоянием для каждой октавной полосы может быть определена по формуле 7 [Л.I] /см. также [Л.5]/.

4.3. Уровень звука $L_{Aij\,тер}$ в дБА в $j$ расчетной точке защищаемого от шума объекта, создаваемый каждым $i$ источником /трансформатором/ следует определять по формуле 4.I /86 [Л.I] /:

$$L_{Aij\,тер} = L_{Ai\,экв} - \Delta L_{Aij\,рас}, \text{ дБА} \qquad /4.1/$$

где $L_{Ai\ экв}$ – шумовая характеристика $i$ источника шума /трансформатора/ в дБА, определяемая, как указано в 3.2 и 3.3;

$\Delta L_{Aijрас}$ – снижение уровня звука в дБА в зависимости от расстояния между $i$ источником звука и $j$ расчетной точкой, определенное по графику /приложение 3/.

4.4. Суммарный уровень звукового давления в каждой $j$ расчетной точке $L_{Aj\,тер}$ определяется суммированием всех значений $L_{Aij\,тер}$ по таблице сложения /приложение I/.

4.5. Требуемое снижение уровней звука определяется по формуле 4.2 / 88, [Л.I] /:

$$\Delta L_{Aj\,тр.тер} = L_{Aj\,тер} - L_{Aj\,экв.доп} \qquad /4.2/$$

где $L_{Aj\,экв.доп}$ – допустимый уровень звука в $j$ расчетной точке на территории, определенный по таблице допустимых уровней /приложение 2/.

4.6. Если хотя бы для одной расчетной точки $\Delta L_{Aj\,тр\,тер} > I$ дБА, то необходимо выполнить мероприятия по снижению уровня шума от трансформаторов. При этом, если $\Delta L_{Aj\,тр.тер} \leqslant 20$ дБА, то в большинстве случаев снижение шума может быть достигнуто путем сооружения шумозащитных ограждений /экранов/.

При $\Delta L_{Aj\,тр.тер} > 20$ дБА эффективная шумозащита с помощью экранов обычно не может быть обеспечена [Д.6] и требуется сооружение полностью закрытых камер для трансформаторов или перемещение подстанции на более удаленную от территорий с нормируемым уровнем шума площадку.

## 5. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РАЗМЕРОВ ШУМОЗАЩИТНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

5.I. Как было указано в 2.2, различного рода препятствия на пути распространения звука могут создавать звуковую тень, в области которой происходит снижение уровня звукового давления.

Таким препятствием могут быть как естественные /вал, возвышение/, так и искусственные /стена, здание/, или специально сооружаемые шумозащитные ограждения /экраны/.

В данной работе приводится методика расчета эффективности специальных шумозащитных ограждений /экранов/, но при необходимости снижение шума другими препятствиями может быть рассчитано аналогично.

5.2. Эффективность экранов возрастает с уменьшением длины волны. Шум трансформаторов содержит преобладающие частоты в области I00 и 200 Гц, поэтому целесообразно выполнение экранов со специальной облицовкой со стороны трансформаторов, избирательно поглощающей звук с указанными частотами. Этот эффект достигается с помощью кирпичной кладки, образующей объемные резонаторы, настроенные на частоты I00 и 200 Гц, причем соотношение поверхностей с резонаторами на I00 и 200 Гц принимается равным 2 : I в соответствии с типичным распределением интенсивности данных гармоник в спектре шума трансформаторов [Л.3].

Наличие на поверхности экранов резонансных поглотителей снижает также уровень отраженной экраном звуковой энергии.

5.3. Снижение уровня звука экраном в дБА зависит от эффективной высоты экрана $h_{эф}$, определяемой по расчетным схемам, приведенным на рис. 5.I/ [Л.I] рис.27/ для каждого из трансформаторов.

При этом за источник шума /ИШ/ принимается центр бака трансформатора, а за расчетную точку /РТ/ - окна верхнего этажа жилого или общественного здания, которое должно быть защищено от шума.

5.4. При одностороннем по отношению к подстанции расположении защищаемых от шума объектов /рис. 5.2а/ длина экрана в соответствии с п. I0.I6 [Л.I] должна приниматься не менее двойной длины источника шума. При рассредоточенном расположении защищаемых объектов с двух или трех сторон, экраны целесообразно размещать, как показано на рис. 5.2б и в, таким образом, чтобы $h_{эф}$ для боковой стороны экрана обеспечивала необходимое снижение уровня шума.

5.5. Нежелательно размещение подстанции в районе, где объекты с нормируемым уровнем шума, не обеспечиваемым за счет удаления от трансформаторов, находятся со всех сторон, т.к. при четырехстороннем размещении экранов затрудняется эксплуатация трансформаторов /ремонт, уборка снега и т.п./, а эффективность четырехстороннего экрана по имеющимся данным не превышает I0 дБА [Л.4].

5.6. Экраны желательно размещать на расстоянии 2-3 м от трансформатора, т.к. при этом достигается наибольшая эффективность.

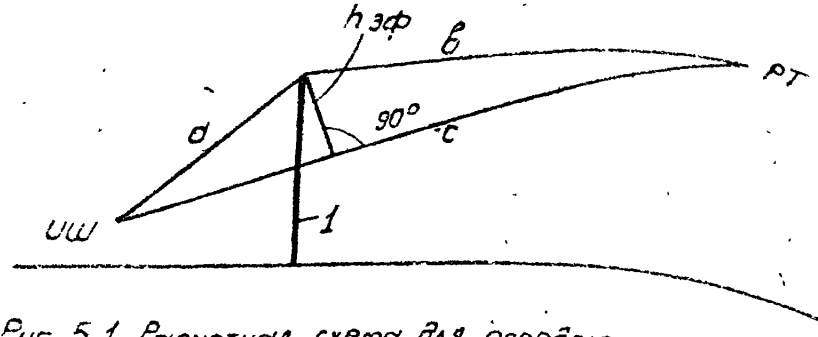



Рис 5.1. Расчетная схема для определения снижения уровня звука за экраном

I - экран; ИШ - источник шума; РТ - расчетная точка; hэф - эффективная высота экрана

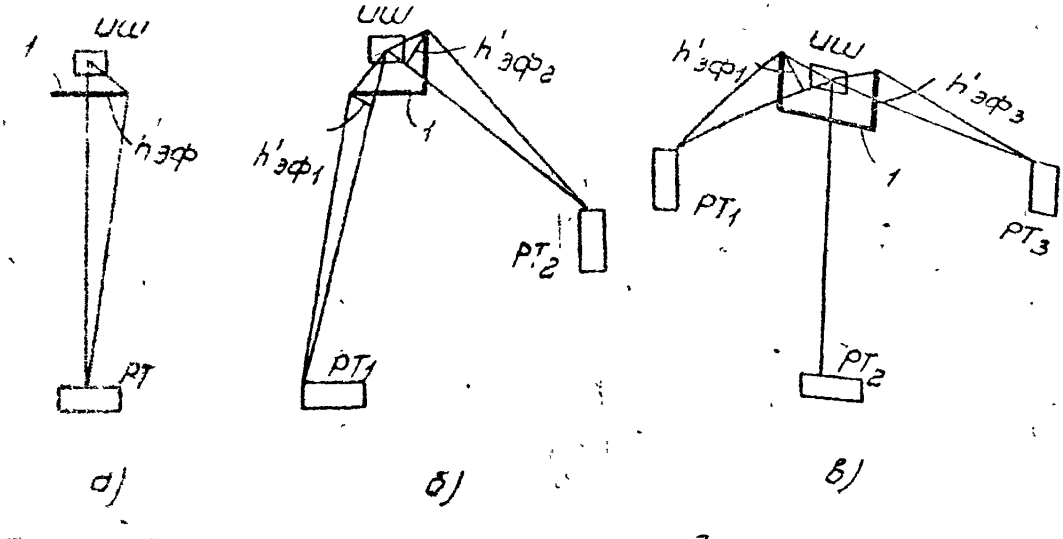



Рис 5.2. Расчетная схема для определения длины и конфигурации экранов

Условные обозначения см рис 5.1.

5.7. Снижение уровня звука экраном в дБА $\Delta L_{Аэкр}$, которое должно быть по крайней мере на 3 дБА больше, чем $\Delta L_{Атр.тер}$, вычисленное по 4.2, определяется в зависимости от $h_{эф}$, кратчайшего расстояния от ИШ до экрана "а", м, кратчайшего расстояния от экрана до расчетной точки "в", м /см. рис. 5.I/ по приложению 4 /таблица 35 [Л.I]/.

Начальная расчетная высота экрана принимается наименьшей /но не менее, чем на I м выше крышки трансформатора/, кратной высоте строительной панели /I200 мм/.

5.8. Если $\Delta L_{Аэкр} \geqslant (\Delta L_{А\ тр.тер} + 3)$, то на этом расчет высоты экрана заканчивается. Если же $\Delta L_{Аэкр} < (\Delta L_{А\ тр.тер} + 3)$, то $h_{эф}$ должно быть увеличено за счет увеличения высоты экрана и определено новое значение $\Delta L_{Аэкр}$ и т.д., до получения требуемого результата.

5.9. Если расстояние "в" (рис. 5.I) между РТ и экраном превышает I00 м, то $\Delta L_{Аэкр}$ может быть определено из таблицы прилож. 5 /таблица 32 [Л.I] / по разности длин путей прохождения звукового луча $\delta$, вычисляемого по формуле 5.2 /90 Л.I/:

$$\delta = (a + в) - c, \text{ м}, \qquad /5.2/$$

где "а" и "в" - по 5.6, а "с" - кратчайшее расстояние между геометрическим центром источника шума и РТ.

5.I0. Аналогично производится определение эффективности боковых сторон экрана $\Delta L'_{Аэкр}$ и $\Delta L''_{Аэкр}$, но при этом начальную длину сторон экрана нужно принимать кратной длине строительной панели /6 м и 3 м/ и к вычисленному значению добавлять 3 дБА [Л.7].

5.II. По вычисленным значениям $\Delta L_{Аэкр}$, $\Delta L'_{Аэкр}$ и $\Delta L''_{Аэкр}$ для всех $i$ трансформаторов определяются для каждой $j$ расчетной точки уровни звукового давления по каждому пути распространения звука по формуле 5.3:

$$L_{Aijтр} = L_{Aiэкв} - \Delta L_{Aij\,рас} - \Delta L^{(I,II)}_{Aij\,экр} \qquad /5.5/$$

и затем суммируются по таблице приложения I.

Суммарный уровень звукового давления в каждой расчетной точке не должен превышать допустимого, определенного по таблице приложения 2.

5.I2. Расчет эффективности экранов может быть также выполнен по данным об уровнях звукового давления в октавных полосах частот шума трансформаторов. Для этого определяются октавные уровни звукового давления в расчетных точках $L_i$ для каждого трансформатора по [Л.5] и $\Delta L_{j_{тр}}$ для каждой октавной полосы по формуле 5.4 /I4 [Л.I]/:

$$\Delta L_{j_{тр}} = L_i - L_{j_{доп}} + 10 \lg n \text{ дБ}, \qquad /5.4/$$

где $L_{j\,доп}$ - из таблицы допустимых значений /приложение 2/,

$n$ - число трансформаторов. При $n=2$ $10 \lg n = 3$.

5.I3. Снижение шума сторонами экрана вычисляется для каждой октавной полосы по формуле 5.5 [Л.6]:

$$N = 2\delta/\lambda \qquad /5.5/$$

где $N$ - число Френеля,

$\lambda$ - длина волны звука октавной полосы в м по формуле 2.I,

$\delta$ - в м по 5.2.

Перевод чисел Френеля в децибелы производится по шкале на рис. 5.4.

| -0,I | +0,0 | 0,I | 0,3 | 0,5 | I,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | I0 | 20 | N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 5 | 8 | 9 | II | I8 | I5 | I7 | I9 | 2I | 23 | 24 | дБ |

Рис. 5.4. Перевод чисел френеля в децибелы

5.I4. Дальнейший расчет в октавных полосах выполняется аналогично п.п. 5.8 -5.II.

## 6. КОНСТРУКЦИЯ ШУМОЗАЩИТНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

6.I. Шумозащитное ограждение /экран/ представляет собой конструкцию, состоящую из колонн и стены, выполненной из железобетонных панелей для неотапливаемых зданий ПЖС6 и ПЖС10 по альбому ТЭП"а № 56445А-с и кирпичной шумопоглощающей кладки с резонансными полостями, настроенными на частоты I00 и 200 Гц, прикрепляемой к панелям с помощью выпусков.

6.2. Колонны приняты в двух вариантах:

I. Типа К 72-2 по серии I.423-3, в.I.

2. Типа ВС-2 по серии 3.407-I02.

Колонны типа К 72-2 устанавливаются в фундаменты ФМ I7-I по типовому чертежу ТЭП"а.

Колонны типа ВС-2 устанавливаются в сверленые котлованы $d$ =650 мм на щебеночное основание с заполнением пазух бетоном М-I00.

6.3. Для восприятия ветровых нагрузок предусматривается установка рителей АР IА по серии 3-407-II5. Расчет закрепления следует выполнять по серии 3.407-97.

6.4. Для возможности закрепления панелей на колоннах предусмотрена установка дополнительных закладных деталей по серии I.423-3 и типовых крепежных элементов по серии ТДМ. К колоннам типа ВС закладные детали пристреливаются с помощью строительно-монтажного пистолета.

6.5. Нижний ряд панелей и кирпичной кладки укладывается на фундамент из сборных бетонных блоков по ГОСТ 13579-78. Глубина заложения фундамента корректируется в каждом конкретном случае в зависимости от местных геологических условий.

6.6. Между блоками ФБСи стенкой устанавливается вибропрокладка из пропитанного битумом строительного войлока.

6.7. Компоновками предусмотрена выкатка автотрансформаторов в сторону противоположную жилой застройке. В случае выкатки в сторону жилой застройки /например, при реконструкциях подстанций с устройством шумозащиты/ конструкция стенки может быть выполнена разборной: колонны металлическими, закрепляемыми на фундаментах с помощью болтов; панели комплексные /железобетон + шумопоглощающая кладка/.

6.8. Для перекидки ошиновки 10-35 кВ на стенке устанавливается металлоконструкция из 2-х уголков 80 х 6, к которым крепятся изоляторы.

6.9. Для перекидки ошиновки 110 кВ к трансформаторному порталу предусмотрено установить дополнительную металлическую траверсу. Траверса разработана для порталов с железобетонными и металлическими стойками /даны примеры для АТ 200 МВА/.

## 7. УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

7.1. При новом проектировании место расположения площадки подстанции и размещение трансформаторов на ней следует выбирать с учетом защиты окружающей среды от шума трансформаторов. При этом желательно, чтобы подстанция находилась на таком удалении от жилой или общественной застройки /в т.ч. и перспективной/, когда специальных мер защиты не требуется. Для этого следует

в соответствии с разделом 4 определить такое минимальное удаление от трансформаторов, при котором обеспечивается $\Delta L_{Атр.тер.}$

Если это невозможно, то для создания эффективной шумозащиты должны быть соблюдены следующие условия:

7.I.I. Относительные отметки площадки подстанции в месте установки трансформаторов должны быть по возможности выше отметок размещения защищаемых объектов.

7.I.2. Защищаемые объекты, для которых не обеспечивается $\Delta L_{Атр.тер}$, должны размещаться, по возможности, с одной стороны по отношению к трансформаторам.

7.I.3. Направление выкатки трансформаторов следует принимать в сторону, противоположную защищаемым объектам.

7.I.4. Требуемое снижение уровней звука с помощью экранов для ближайших к трансформаторам объектов $\Delta L_{Атр.тер.}$ не должно превышать 20 дБА.

7.2. После решения этих вопросов можно приступать непосредственно к расчету и выбору шумозащитных ограждений /экранов/ в соответствии с разделом 5.

7.3. По результатам расчетов на основании приведенных в работе чертежей выдается задание строительному отделу /сектору, группе/ на выполнение проекта шумозащитных ограждений.

## 8. ПРИМЕР ВЫБОРА И РАСЧЕТА ШУМОЗАЩИТНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

8.I. Исходные данные: подстанция 220/II0/I0 кВ с двумя автотрансформаторами /IAT,2AT/ по I25 МВА, типа АТДЦТН-I25000/220 с навесными охладителями. Габаритные размеры АТ показаны на рис. 8.I. Расположение АТ на площадке подстанции и относительно

жилой застройки показано на рис. 8.2. Жилая застройка -5-ти этажные дома с высотой расчетной точки РТ над поверхностью земли - РТ Н, АТ и жилые дома расположены на одинаковых отметках.

8.2. Определение минимального удаления, при котором обеспечивается $L_{Атр.тер}$.

По нормативам /приложение 2 настоящей работы/ нормируемый уровень шума в РТ составляет 45 дБА. Считая, что оба АТ создадут в расчетной точке примерно одинаковый уровень шума, в соответствии с приложением I $L_{Атр.тер} = 45-8 = 42$ дБА для каждого АТ. Уровень шума в 2-х м от контура АТ с включенными охладителями определяется по табл. I2 с прим. 4 ГОСТ [Л.2]. Типовая мощность АТ $S_т = S_н\, k_{выг}$ [Л.5], где $S_н$ - номинальная мощность, $k_{выг}$ - коэффициент выгодности, равный $\frac{И_{вн} - И_{сн}}{И_{вн}}$; $k_{выг} = \frac{220-110}{220} = 0{,}5$; $S_т = 125 \cdot 0.5 = 62{,}5$ МВА.

Для этой типовой мощности $L_{Аэкв} = 79+3 = 82$ дБА /+8 на шум охладителей/.

Снижение уровня звука с расстоянием должно составить /формула 4.I/:

$$\Delta L_{Арас} = L_{Аэкв} - L_{Атр.тер} = 82-42 = 40 \text{ дБА}$$

Такое снижение уровня шума обеспечивается в соответствии с графиком прил.3 на расстоянии более 800 м от АТ.

По условиям размещения площадки подстанции в данном примере удаление составляет I00 м до ближайшего жилья, в связи с чем требуется создание шумозащиты.

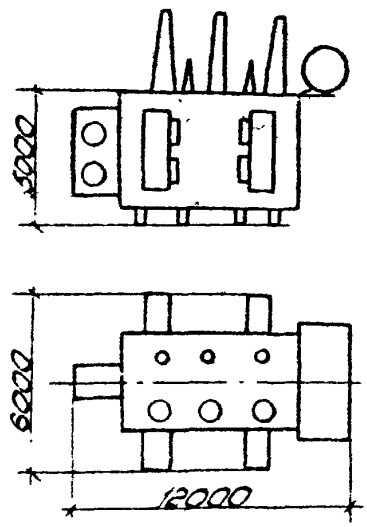



Рис. 8.1. Габаритные размеры автотрансформатора АТДЦТН-125000/220

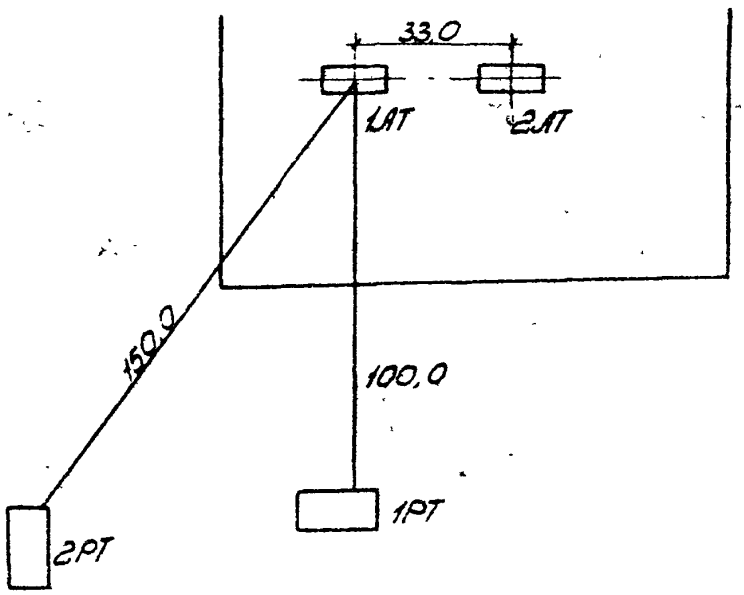



Рис 8.2. План расположения площадки ПС и АТ относительно жилой застройки

РТ - расчетные точки, размеры в м.

8.3. Определение требуемого снижения уровня шума.

Для ближайшего к IAT жилого дома /IPT/ по формуле 4.I:

$$\Delta L_{AI,\ Itep} = L_{AIэкв} - \Delta L_{AI,\ Irac},$$

по графику прил. 8: $\Delta L_{AI,\ Irac} = 20,5$ дБА

$L_{AI,Itep} = 82-20,5 = 6I,5$ дБА

Для 2AT $\Delta L_{A2,\ Irac} = 2I$ дБА и $L_{A2,\ Itep} = 82-2I = 6I$ дБА

Сложение $L_{AI,I\ тер}$ и $L_{A2,\ I\ тер}$ по таблице прил.I дает:

$L_{AItep} = 6I,5 + 2,75 = 64,25$ дБА

Требуемое снижение уровня шума по формуле 4,2:

$\Delta L_{AItp.тер} = L_{AItep} - L_{Аэкв.доп} = 64,25-45 = I9,25$ дБА

На эту величину требуется снизить уровень звука от каждого из АТ. Так как $\Delta L_{Атр.тер} < 20$ дБА, такое снижение может быть достигнуто с помощью шумозащитных экранов.

8.4. Расчет шумозащитных экранов.

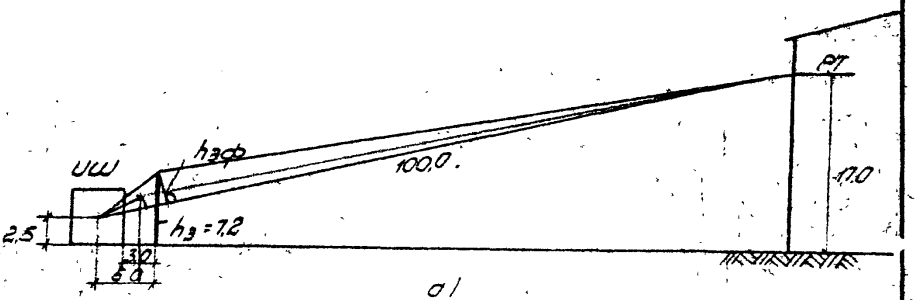
Учитывая, что высота бака АТ составляет 5 м, принимаем начальную высоту экрана $h = 7,2$ м /6xI,2/, расстояние от экрана до контура АТ -3 м /по условию размещения экрана на краю маслосборника/. Тогда эффективная высота экрана для IPT определится из рис. 8,3а: $h_{эф} = 8,8$ м.

По таблице прил. 4 и данным: $h_{эф} = 8,8$ м, расстоянию от источника шума до экрана 6 м, расстоянию от экрана до IPT 94 м - путем интерполяции определяем:

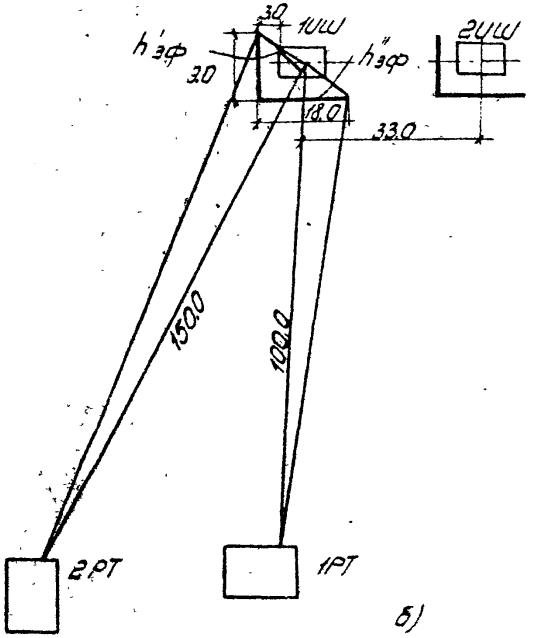
$\Delta L_{AI,\ Iэкр} = 25$ дБА $> (\Delta L_{AItp.тер} + 3) = I9,25+3 = 22,25$ дБА.

Таким образом принятая высота экрана достаточна по условию шумоглушения для IPT.

Учитывая расположение жилой застройки по отношению к АТ, принимаем Г-образную конфигурацию экранов с длиной сторон 9 и I8 м и определяем эффективность шумозащиты боковыми сторонами.




а)




б)

8.4. Определение эффективности шумозащитных экранов.

Для левой стороны экрана IAT $h'_{эф}$ = 9,5 м и $\Delta L'_{AI,Iэкр}$ 23+3 = =26 дБА для правой стороны $h''_{эф}$= 9 м и $\Delta L''_{AI,Iэкр}$ =23+3= =26 дБА.

Для 2РТ, удаление которой от IAT I50 м и $\Delta L_{AI,2\ рас}$ = = 23 дБА, эффективность экрана определяем по разности длин пути распространения звукового луча $\delta$ Для верха экрана $\delta$ = I м и $\Delta L_{AI,2\ экр}$ = I9 дБА, соответственно $\delta'$ =I,5 м и $\Delta L'_{AI,2экр}$ = 20+3=28 дБА, $\delta''$ =II м и $\Delta L''_{AI,2экр}$ =24+3=27 дБА.

Аналогично определяем снижение уровня шума верхом и сторонами экрана 2АТ для IРТ и 2РТ и вычисляем $L_{Aij\ тер}$ по формуле 5.8. Результаты вычислений сводим в таблицу и для каждой РТ суммируем уровни шума по прил. I.

| Расчетная точка | Уровни шума в децибелах А | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $L_{AI,j тер}$ | $L'_{AI,j тер}$ | $L''_{AI,j тер}$ | $L_{A2,j тер}$ | $L'_{A2,j тер}$ | $L''_{A2,j тер}$ | Суммарный $L_{Aj тер}$ |
| IРТ | 36,5 | 35,5 | 35,5 | 39 | 34 | 34 | 43,9 |
| 2РТ | 40 | 36 | 32 | 39 | 3I | 3I | 44,3 |

Так как расчетные уровни шума не превышают нормируемые, эффективность и, следовательно, размеры экранов достаточны для обеспечения шумозащиты.

Приложение I

| Разность двух складываемых уровней в дБ /дБА/ | 0 | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | I0 | I5 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Добавка к более высокому уровню, необходимая для получения суммарного уровня в дБ /дБА/ | 3 | 2,5 | 2 | I,8 | I,5 | I,2 | I | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0 |

Примечание: При пользовании таблицей следует первоначально складывать уровни в дБ /звуковой мощности или звукового давления/, начиная с максимального. Сначала следует определять разность двух складываемых уровней, затем соответствующую этой разности добавку. После этого добавку следует прибавить к большему из складываемых уровней. Полученный уровень складывают со следующим и т.д.

Сложение уровней звукового давления

Приложение 2

| Территории | Уровни звукового давления /эквивалентные уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц/ | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука L, экв в дБА |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| А. Территории больниц, санаториев, непосредственно прилегающие к зданию | 59 | 48 | 40 | 34 | 30 | 27 | 25 | 23 | 35 |
| Б. Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам /п. 2 и от отражающих конструкций/, площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов, площадки детских дошкольных учреждений, участки школ | 67 | 57 | 49 | 44 | 40 | 37 | 35 | 33 | 45 |

Допустимые уровни звукового давления

Приложение 3

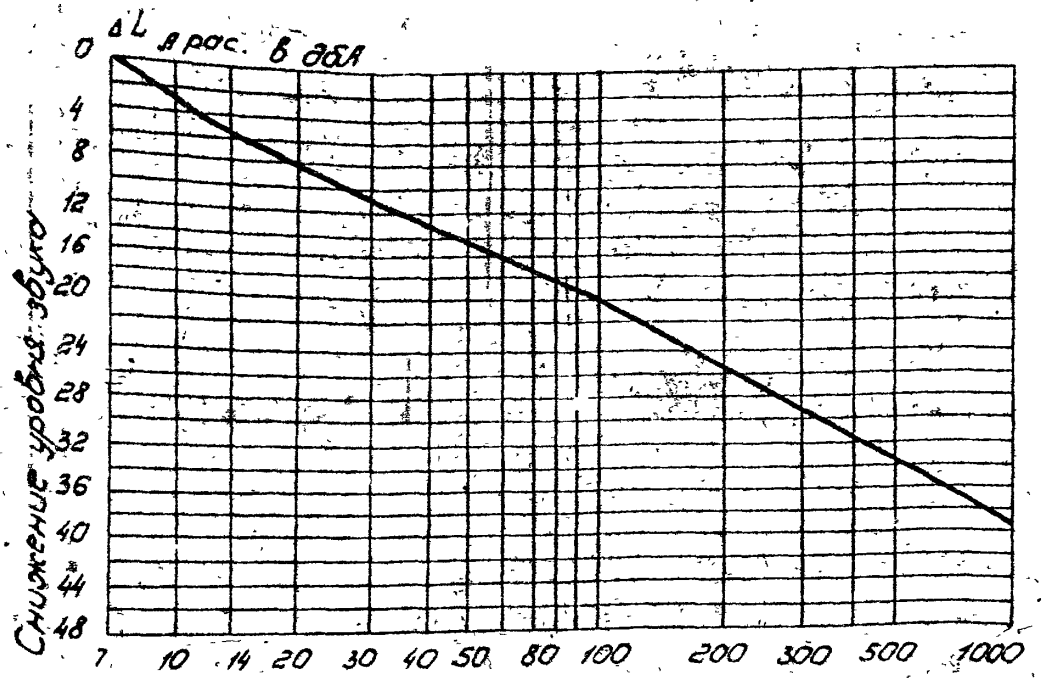



График для определения снижения уровня звука в дБА в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой

Приложение 4

| Расстояние между источником шума и экраном в м | Снижение уровня звука экраном $\Delta L_{A\,экр}$ в дБА | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Расстояние между экраном и расчетной точкой, м | | | | | | | | | |
| | 5 | | 10 | | 20 | | 50 | | 100 | |
| | Эффективная высота экрана в м | | | | | | | | | |
| | I | 3 | I | 3 | I | 3 | I | 3 | I | 3 |
| 5 | 17 | 26 | 16 | 25 | 15 | 24 | 15 | 23 | 15 | 23 |
| 10 | 16 | 25 | 15 | 23 | 14 | 23 | 13 | 21 | 13 | 21 |
| 20 | 15 | 24 | 14 | 23 | 13 | 20 | 19 | 18 | 11 | 18 |
| 50 | 15 | 23 | 13 | 21 | 12 | 19 | 10 | 17 | 10 | 15 |
| 100 | 15 | 23 | 13 | 21 | 11 | 18 | 10 | 17 | 9 | 14 |

Снижение уровня звука экраном в зависимости от эффективной высоты экрана

Приложение 5

| Разность длин путей прохождения звукового луча в м | Снижение уровня звука экраном в дБА |
|---|---|
| 0,005 | 6 |
| 0,02 | 8 |
| 0,06 | I0 |
| 0,I4 | I2 |
| 0,28 | I4 |
| 0,48 | I6 |
| 0,83 | I8 |
| I,4 | 20 |
| 2,4 | 22 |
| 6,0 | 24 |

Снижение уровня звука экраном
в зависимости от разности длины путей прохождения
звукового луча

Приложение 6

# З А Д А Н И Е

на разработку технических предложений по теме: "Шумозащитные ограждения автотрансформаторов 220-330 кВ"

## I. Цель работы

Проект выполняется на стадии технических предложений Киевским ОКП Украинского отделения института "Энергосетьпроект" в соответствии с планом работ, финансируемых за счет себестоимости проектно-изыскательских работ института в 1979 г.

Необходимость выполнения данного проекта вызвана тем, что в настоящее время отсутствуют технические предложения по шумозащите от мощных автотрансформаторов напряжением 220-330 кВ, особенно на существующих подстанциях.

Действующий СНиП П-12-77 устанавливает нормативы шума в районах жилой застройки, примыкающей к подстанциям, которые не могут быть удовлетворены без специальных шумозащитных мероприятий

Работой предусматривается применение с целью защиты от шума автотрансформаторов шумозащитных экранов с настроенными резонансными поглотителями.

## 2. Состав работы

В работу включается методика ориентировочного расчета эффективности шумозащиты с помощью экранов, выбор размеров, конфигурации и размещения экранов на основании рекомендаций СНиП П-12-77 для отечественных автотрансформаторов с уровнями шума

в соответствии с ГОСТ 12.2.024 "Трансформаторы силовые масляные. Нормы допустимого шума и метод шумовых испытаний" и строительно-монтажные чертежи установки экранов применительно к типовым чертежам установки трансформаторов.

Сметная документация по техническим предложениям, входящим в состав данной работы, не выполняется.

Работа рассматривается и утверждается институтом "Энергосетьпроект". Работа направляется на отзыв в НИИстройфизики и НИИстройконструкций Госстроя СССР.

Зам.главного инженера
ин-та "Энергосетьпроект" Ю.А.Габлия

Верно:

Приложение 7

## Перечень использованной литературы

I. СНиП II-I2-77. Часть II. Нормы проектирования. Глава I2. Защита от шума. М., I978 г.

2. Трансформаторы силовые масляные. Нормы допустимого шума и метод шумовых испытаний. ГОСТ I2.2.024-76.

3. Снижение шума от трансформаторов на Октябрьской ПС 330 кВ строительно-акустическими методами. Технический проект, инв. № 62I-23-T55, 56. Киевский СКП "Энергосетьпроект", НИИСК Госстроя СССР, I978 г.

4. М.Шульц. Слышимый шум трансформаторов. „Transm. & Distrib." № I3, I976 г., р.р. 38-49.

5. Нормативные и технические материалы института "Энергосетьпроект" № 23-4/I-79 от I0.04.79 г.

6. Педерсен Р.С. Снижение уровня шума. „Trans. & Distr." I976 г., т.29, № II, р.р. 28, 30-32, 34.

7. Справочник проектировщика. Защита от шума. Стройиздат. М., I974 г.

Приложение 8

# В Ы П И С К А

## из экспертного заключения о проверке на патентную чистоту

При разработке технических предложений "Шумозащитные ограждения автотрансформаторов 220-330 кВ", инв. № 9750тм были просмотрены патентные материалы СССР по следующим классам: Е04 в 1/74, Е04 в 1/82, Е04 в 1/84, Е04 в 1/89, В 10 к 11/02.

а/ перечень патентов, действующих по состоянию на I января 1978 г. /издание ЦНИИПИ/, по № 587758 включительно;

б/ бюллетень "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", вышедшие после указанного перечня с № I по №48, за 1978 г. /патенты № 587835 - 640687/, с № I по № I7 за 1979 г. /патенты № 64I86I - 662030/;

в/ другие виды технической информации - книги, журналы, каталоги.

Патентные материалы просмотрены по патентному фонду УкрНИИНТИ г.Киева.

В работе не использованы авторские свидетельства и патенты.

В процессе работы подана заявка на предполагаемое изобретение № 2759224/33 от 6 апреля 1979 г., по которой получено положительное решение Госкомизобретений от 3 декабря 1979 г.

# В Н В О Д

Действующих патентов, распространяющихся на технические решения принятые в проекте на основное оборудование, строительную часть и другие элементы проекта не обнаружено.

Настоящий проект обладает патентной чистотой в отношении СССР.

Выписку составил

Ст.инженер по изобретательству И.Розентул

gost.e-ecolog.ru