

Комплект защиты 2-х и 3-обмоточных трансформаторов и автоматика управления выключателем

ООО «НТЦ «Механотроника»
www.mtrele.ru

Начальник отдела системотехники
ПИРОГОВ Михаил Геннадьевич

Требования ПУЭ

РАЗДЕЛ 3. ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

ГЛАВА 3.2. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА. ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРОВ (АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ) С ОБМОТКОЙ ВЫСШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ 3 кВ И ВЫШЕ И ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ 500 кВ

- **3.2.51.** Для трансформаторов должны быть предусмотрены устройства релейной защиты от следующих видов повреждений и ненормальных режимов работы:
 - 1) многофазных замыканий в обмотках и на выводах;
 - 2) однофазных замыканий на землю в обмотке и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью;
 - 3) витковых замыканий в обмотках;
 - 4) токов в обмотках, обусловленных внешними КЗ;
 - 5) токов в обмотках, обусловленных перегрузкой;
 - 6) понижения уровня масла;
 - 7) частичного пробоя изоляции вводов 500 кВ;
 - 8) однофазных замыканий на землю в сетях 3—10 кВ с изолированной нейтралью, если трансформатор питает сеть, в которой отключение однофазных замыканий на землю необходимо по требованиям безопасности (см. 3.2.96).
- Рекомендуется, кроме того, применение защиты от однофазных замыканий на землю на стороне 6—35 кВ автотрансформаторов с высшим напряжением 220 кВ и выше

Исполнение защит 2- и 3-обмоточных трансформаторов с применением шкафов ШЗТ-МТ-051, ШЗТ-МТ-052

Стандартный шкаф 2000x800x600(400)

- **Комплект А1 – терминал типа БМРЗ-ТД**
(основная защита трансформатора):
- **Комплект А2 – терминал типа БМРЗ-ТР**
(резервная защита трансформатора):
- **Комплект А3 – терминал типа БМРЗ-ДЗО***
(защита ошиновки и реактора стороны НН):
- **Комплект А4 – терминал типа БМРЗ-ЦРН***
Автоматика регулирования напряжения автотрансформатора под нагрузкой;
- **Клемные соединения, переключатели, цепи внешней сигнализации, указательные реле.**

**опционально, при необходимости может не устанавливаться или меняться на дублирующий А1*

Состав основных защит

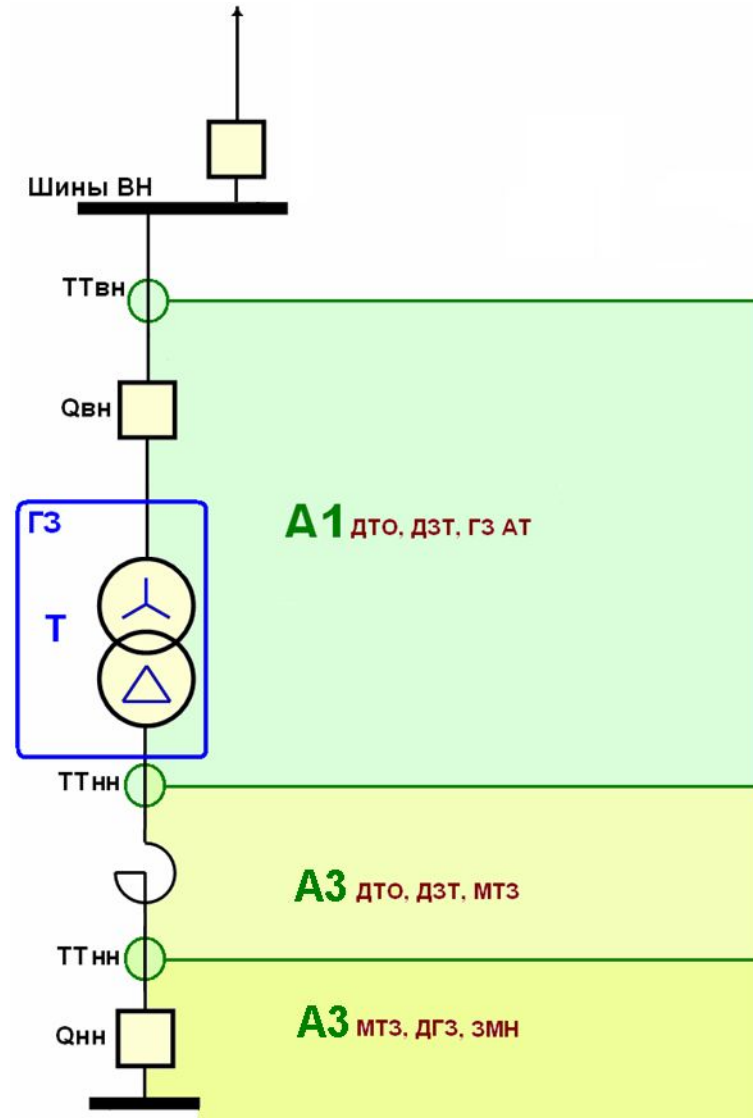
Комплект А1 – терминал типа БМРЗ-ТД (основная защита трансформатора):

- ✓ Продольная дифференциальная токовая защита (ДТО, ДЗТ), с учётом действия РПН;
- ✓ Обработка сигналов от газовых защит трансформатора, РПН, с действием на отключение;
- ✓ УРОВп, УРОВд ВН;
- ✓ Управление короткозамыкателем и разъединителем.

Комплект А3 – терминал типа БМРЗ-ДЗО (защита ошиновки и реактора стороны НН):

- ✓ Дифференциальная токовая защита (ДТО, ДЗТ);
- ✓ Максимальная токовая защита (МТЗ НН);
- ✓ Защита минимального напряжения;
- ✓ Защита от дуговых замыканий;
- ✓ УРОВ НН1, УРОВ НН2.

Зоны действия основных защит



Продольная дифференциальная токовая защита

Назначение: защита от всех видов коротких замыканий (КЗ) в обмотках трансформатора и на выводах, включая витковые замыкания в обмотках;

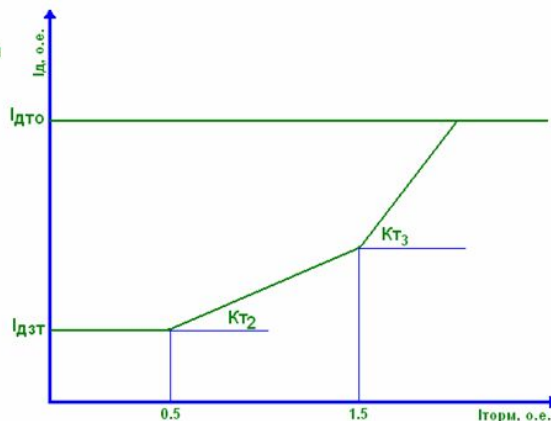
- ✓ ДТО: быстродействие <30мс (при кратности I_d к уставке равной 1.1);
- ✓ ДЗТ: быстродействие <40мс (при кратности I_d к уставке равной 1.1 и при кратности условий блокировки 0.8);
- ✓ Две группы уставок (точные и грубые), автоматически переключаемые при работе РПН;
- ✓ Блокировка ДЗТ при броске тока намагничивания: быстродействующий информационный признак блокировки (ИПБ) с применением соотношения $(I_{(100)}+I_{(200)})/I_{(50)}$;
- ✓ Перекрёстная блокировка с возможностью автоматического ввода и вывода через заданный промежуток времени.

Характеристики срабатывания продольной дифференциальной защиты

Характеристика дифференциальной защиты трансформатора

$$I_{д} = \frac{I_{вН} + I_{сН} + I_{нН}}{I_{н}}$$

$$I_{г} = \frac{|I_{вН}| + |I_{сН}| + |I_{нН}|}{2 \cdot I_{н}}$$

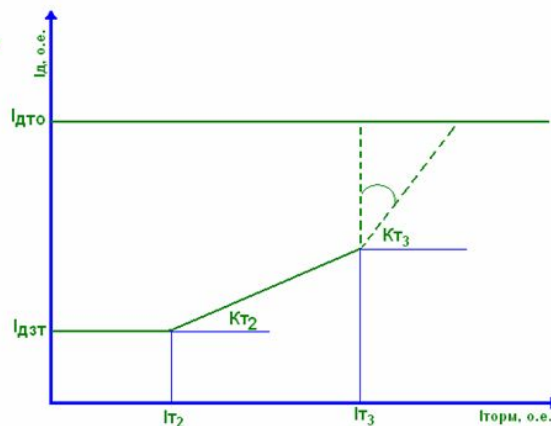


$I_{дто}$	5.0 - 15.0 $I_{н}$
$I_{дзт}$	0.2 - 0.8 $I_{н}$
$K_{т2}$	0.2 - 0.6
$K_{т3}$	0.45 - 0.9
ИПБ	0.15 - 0.45
$\frac{I_{(100)} + I_{(200)}}{I_{(50)}}$	0.15 - 0.45

Характеристика дифференциальной защиты ошиновки стороны НН трансформатора

$$I_{д} = \frac{I_{вН} + I_{сН} + I_{нН}}{2 \cdot I_{н}}$$

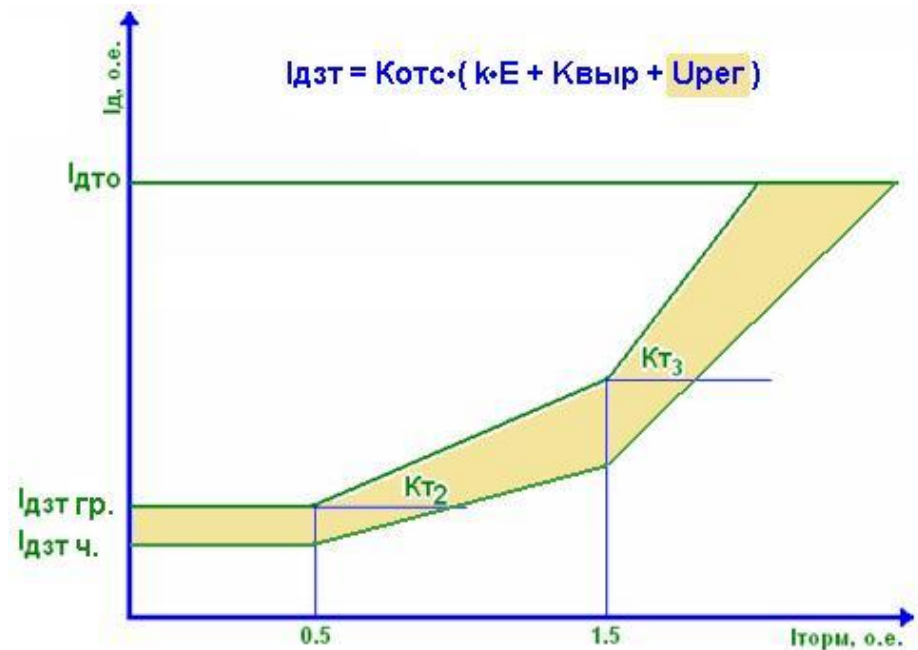
$$I_{г} = \frac{|I_{вН}| + |I_{сН}| + |I_{нН}|}{I_{н}}$$



$I_{дто}$	1.0 - 15.0 $I_{н}$
$K_{т2}$	0.2 - 0.6
$K_{т3}$	0.2 - ∞
$\frac{I_{(100)} + I_{(200)}}{I_{(50)}}$	0.15 - 0.45
$I_{г2}$	0.15 - 0.5 $I_{н}$
$I_{г3}$	0.5 - 10.0 $I_{н}$

Учет положения РПН при работе ДЗТ

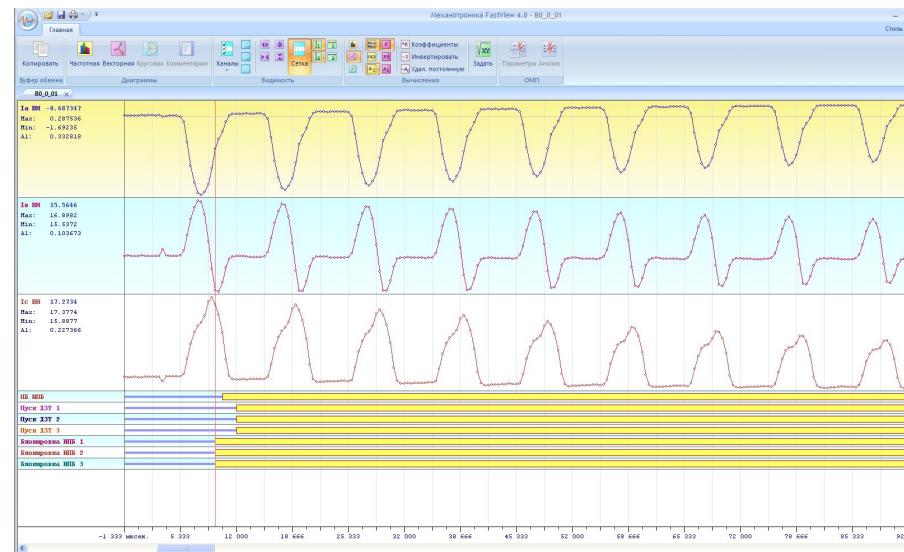
- Одна из составляющих дифференциального тока - ток небаланса, обусловленный работой РПН
- Алгоритм учета положения РПН позволяет учесть величину одной из составляющих тока небаланса
- Обеспечивается снижение начального тока срабатывания ДЗТ и повышение чувствительности защиты



Блокировка ДЗТ при бросках тока намагничивания трансформатора

- Пофазная блокировка ДЗТ при периодическом БТН неэффективна вследствие малой доли высших гармоник и небольшой безтоковой паузы.

Решение: ИПБ с перекрестным блокированием ДЗТ.



Резервная защита трансформатора

Комплект А2 – терминал типа БМРЗ-ТР (резервная защита трансформатора):

- ✓ МТЗ/ПОН, УМТЗ, ТЗНП, ТЗНПТ, ИПБ, ЗОФ, ДгЗ, ЛЗШп
- ✓ Обработка сигналов от газовых защит трансформатора, РПН, с действием на отключение
- ✓ УРОВп, УРОВд ВН
- ✓ Обработка сигналов датчиков контроля температуры, уровня масла, давления элегаза ТТ и выключателя
- ✓ Обработка сигналов датчиков давления элегаза ТТ и выключателя
- ✓ АПВ, перегрузка, перегрев по току, блокировка РПН при перегрузке по току
- ✓ Отключение ВН, СН, НН, СВ
- ✓ Управление короткозамыкателем и разъединителем

- ✓ **Оперативное управление**

Исполнение резервных защит трансформатора с применением шкафов ШЗТ-МТ-051, ШЗТ-МТ-052

Максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений

- ✓ Три ступени максимальной токовой защиты, работающие с удалением тока нулевой последовательности;
- ✓ Комбинированные пусковые органы по минимальному напряжению и напряжению обратной последовательности;
- ✓ Ускорение действия от датчика ЛЗШ;
- ✓ Автоматическое ускорение при включении выключателя;
- ✓ Дифференцированное отключение секционного и вводного выключателя.

Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП)

- ✓ Две ступени защиты с блокировкой от броска тока намагничивания с использованием информационного признака блокировки;
- ✓ Оперативное ускорение;
- ✓ Автоматическое ускорение при включении выключателя.

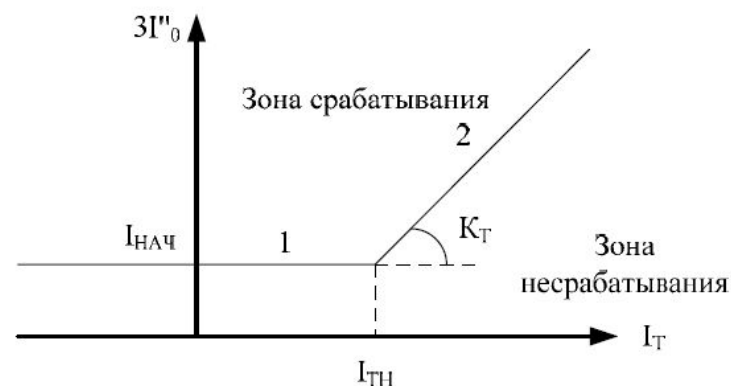
Исполнение резервных защит трансформатора с применением шкафов ШЗТ-МТ-051, ШЗТ-МТ-052

Токовая защита нулевой последовательности с торможением (ТЗНПТ)

Назначение: Защита предназначена для отключения коротких замыканий на землю одной фазы вблизи зоны заземления нейтрали обмотки ВН (при условии ее заземления).

- ✓ Работа защиты основана на сравнении расчетного тока нулевой последовательности стороны ВН трансформатора с измеренным током в нейтрали;
- ✓ Селективное торможение при замыкании вне зоны защиты;
- ✓ Блокировка ТЗНПТ при бросках тока намагничивания с использованием информационного признака блокировки.

$$I_T = \frac{|3\dot{I}'_0 - 3\dot{I}''_0| - |3\dot{I}'_0 + 3\dot{I}''_0|}{I_H}$$



Газовая защита трансформатора и РПН

Назначение: защита от всех видов КЗ внутри бака трансформатора и в контакторном устройстве РПН, сопровождающихся выделением газа

- ✓ Газовая защита имеет две ступени: сигнальная и отключающая. Действие на отключение выдаётся на выключатели всех сторон
- ✓ Отключающая ступень может быть переведена в работу только на сигнал
- ✓ 3 газовых реле (пофазно) с действием на отключение для контакторного объёма РПН
- ✓ Дополнительное резервирование функции газовой защиты с применением электромеханических реле (прямое действие на отключение АТ со всех сторон);
- ✓ Функции обработки сигналов газовой защиты реализованы в терминалах основной и резервной защиты

Функции автоматики и управления выключателями

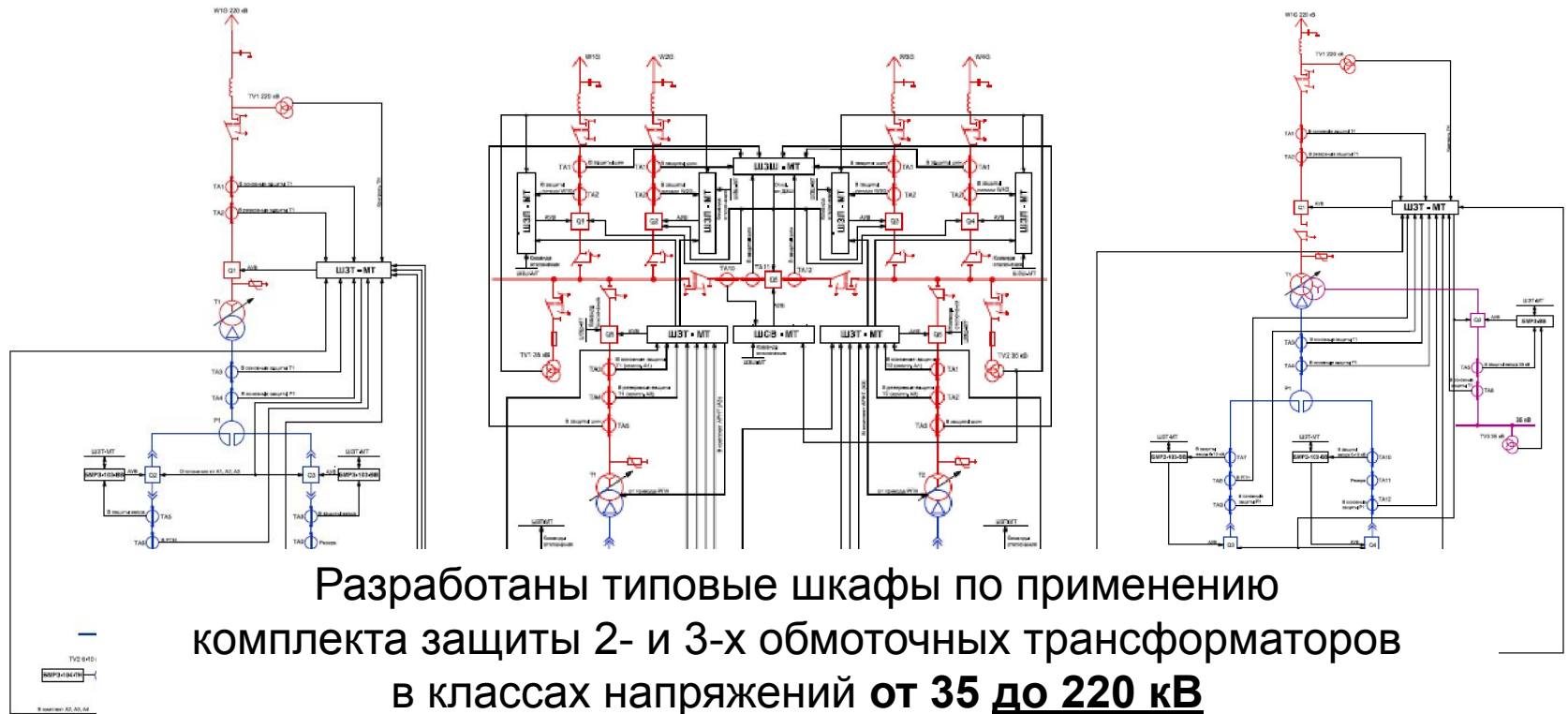
- ✓ Оперативное управление выключателем стороны ВН;
- ✓ Возможность управления от ключей, с панели терминала, по каналам АСУ, с переводом режима управления местное/дистанционное;
- ✓ Селективное отключение выключателей сторон СН, НН, секционного выключателя;
- ✓ Контроль давления элегаза выключателя, трансформаторов тока;
- ✓ Автоматика управления короткозамыкателем и разъединителем;
- ✓ Датчик и приемник УРОВ, действие УРОВ «на себя»;
- ✓ Защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока.

Автоматика регулирования напряжения автотрансформатора под нагрузкой

Комплект А4 – терминал типа БМРЗ-ЦРН:

- ✓ Автоматика регулирования напряжения автотрансформатора под нагрузкой;
- ✓ Возможность автоматического и ручного регулирования;
- ✓ Блокировка РПН при перегрузке по току;
- ✓ Постоянная или интегральная задержка управления;
- ✓ Регулирование напряжения с учётом токовой нагрузки;
- ✓ Учет ресурса устройства РПН.

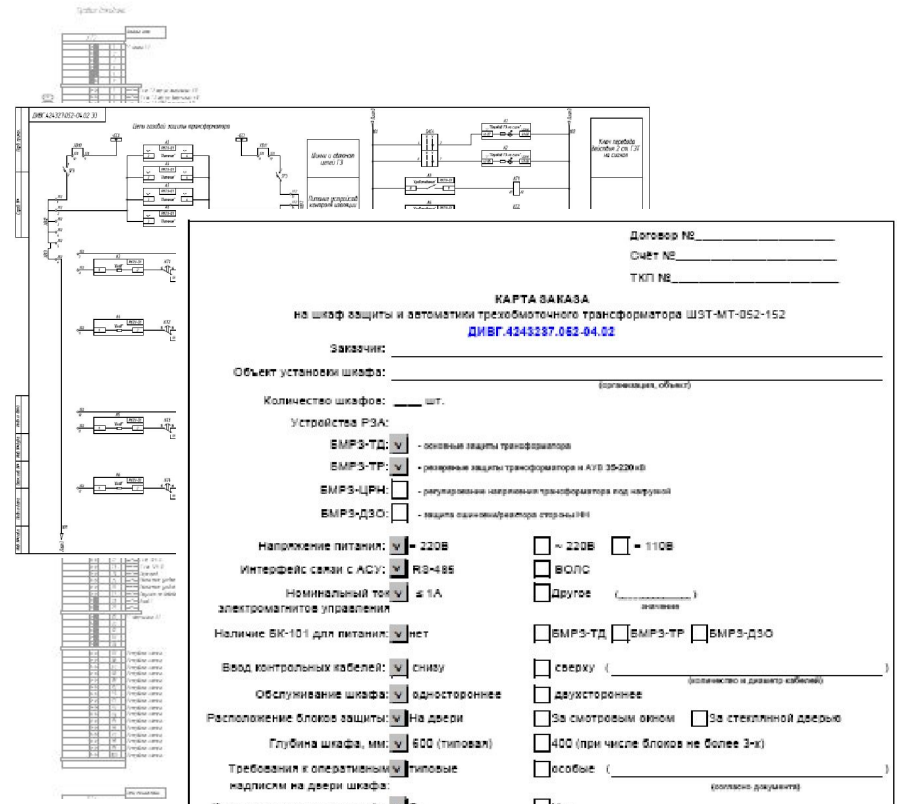
Применение комплекта защит трансформатора



АП - 101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000

Конструкторская документация и карты заказа

- ✓ Карты заказа для различных типовых схемных решений
- ✓ Полный комплект конструкторской документации разработан в современной САПР «E3 series»
- ✓ Высокая оперативность разработки КД при реализации нетиповых решений по требованию заказчика
- ✓ Полное соответствие требованиям ЕСКД



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

ООО «НТЦ «Механотроника»
www.mtrele.ru

Начальник отдела системотехники
ПИРОГОВ Михаил Геннадьевич