

2.2.9 Systeme zur Sammlung, Verarbeitung und Lagerung von RAA

Beim Betrieb des KKW entstehen zwangsläufig flüssige, feste und gasförmige radioaktive Abfälle.

Die Quellen radioaktiver Abfälle sind Ausrüstung und Systeme des KKW, die flüssige, feste und gasförmige radioaktive Medien enthalten.

Die Quelle für Ausrüstungs- und Materialienkontamination ist der Wärmeträger des Primärkreislaufs, der aus den Brennstäben in den Wärmeträger eintretende Neutronenaktivierungs- und Spaltprodukte enthält.

Flüssige radioaktive Abfälle

Zu den **Systemen für FlüRAA-Behandlung** gehören Systeme für die Sammlung, Lagerung und Verarbeitung von FlüRAA.

Die Systeme für Sammlung und Lagerung bestehen aus zwei Teilsystemen:

- Zwischenstelle für die Sammlung und Zwischenlagerung von FlüRAA (HZhO-1);
- Erweiterung des Tanklagers im Spezialgebäude (HZhO-2);

HZhO-1 wurde mit dem Kraftwerksblock Nr.1 in Betrieb genommen. Mit dem Kraftwerksblock Nr. 2 wurde HZhO-2 in Betrieb genommen.

Zu FlüRAA gehören: Eindampfrückstände, Ionenaustauschharzschlamm, Aufschlammung aus dem Absatzbehälter und Sumpfbehältern der speziellen Kanalisation.

Zur Sammlung und Zwischenlagerung von FlüRAA ist im Spezialgebäude im Block der speziellen Wasseraufbereitung eine FlüRAA-Zwischenlagerungsstelle vorgesehen. Zur Verarbeitung von FlüRAA sind Zentrifugenanlagen UGU 1-500 vorgesehen.

Radioaktiv verbrauchte Harze und disperse Rückstände werden aus den Filtern der speziellen Wasseraufbereitung durch den hydraulischen Druckluftförderer abtransportiert. Die Trennung von Harzkörnern und dispersen Rückständen in den Behältern erfolgt mittels Aufrahmen. Der disperse Anteil setzt sich in den Behältern der Filtermaterialien ab und da sammelt sich Dekantat an, das in den Überfüllbehälter kommt und wieder in den Prozesszyklus zurückkehrt

Die Eindampfrückstände werden aus dem Verdampfer im Behälter des FlüRAA-Lagers durch das Druckfass des Verdampfers gefördert. Das Fördern von Eindampfrückständen aus einem Behälter in den anderen, deren Absaugung aus den Sumpfbehältern der Räume sowie die Zufuhr der Eindampfrückstände zu den Verarbeitungsanlagen erfolgt über das Druckfass der HZhO-Schnittstelle.

Die im Behälter angesammelten Ionenaustauscherharze und der disperse Anteil befinden sich ständig unter Wasser, was die Sicherheit der Abfalllagerung erhöht und den nachfolgenden Transport des dispersen Anteils in das Verarbeitungssystem vereinfacht.

Das Fassungsvermögen der Behälter wurde anhand der dreimonatigen Lagerung der FlüRAA vor der Zufuhr zur Verfestigung ausgewählt. Während dieser Zeit findet der Zerfall kurzlebiger Radionuklide (Jod-131) statt, wodurch die Radioaktivität des verfestigten Produkts reduziert wird.

Die im AU KKW Khmelnitsky vorhandenen Teilsysteme des HZhO-1 und 2 sind für die Wartung von vier Kraftwerksblöcken ausgelegt.

Das HZhO-System erfüllt folgende Funktionen:

- Aufnahme, Aufrahmen und Lagerung von verbrauchtem Filtermaterial der Anlagen zur speziellen Wasseraufbereitung und Schlamm aus den Sumpfbehältern der speziellen Kanalisation des Reaktorbereichs, des Spezialgebäudes und des Abwasserabsatzbehälters;

- Zufuhr von Dekantat zum Abwasseraufbereitungssystem;

- Aufnahme und Lagerung von Eindampfrückständen der Verdampfer;

- Zufuhr von Eindampfrückständen zum Verfestigungssystem.

Das Gesamtvolumen der HZhO-Behälter im KKW Khmelnitsky beträgt 800 m³.

Neben den bestehenden Behältern zur Aufnahme und Zwischenlagerung von Eindampfrückständen der Verdampfer SWO-3 und SWO-7 wurden mit dem Kraftwerksblock Nr. 2 zwei Behälter mit jeweils 750 m³ im erweiterbaren Teil des Spezialgebäudes in Betrieb genommen.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst.Inv. Nr.							Bl.
			43-814.203.004.OЭ.13.03						
Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum			43	

Um die Notabgabe radioaktiver Medien in die Umwelt auszuschließen, werden alle HZhO-Behälter in undurchlässigen (bezüglich der flüssigen Phase) Betonräumen untergebracht, die bis zum Stand der Flutung mit Edelstahl ausgekleidet sind. Die Räume verfügen über ein Feuchtigkeits-Meldesystem.

Dem Projekt nach kann bei Beschädigung eines Behälters oder dessen notwendigen Reparatur immer ein leerer Reservebehälter verwendet werden, in den Flüssigkeiten aus beschädigten oder zu reparierenden Behältern transportiert werden können. Das Abpumpen radioaktiver Medien erfolgt über das Druckfass.

Die HZhO-Behälter sind mit hydraulischen Verschlüssen zum Schutz vor Überdruck und zur Verhinderung der Freisetzung von radioaktiven Edelgasen in die Raumluft sowie mit einem System zur Überwachung des FlüRAA-Füllstands in den Behältern ausgestattet.

Die Beförderung radioaktiver Harze aus einem Behälter in den anderen oder zur Verfestigungsanlage erfolgt mit Tiefsaugern nach einem Schema, bei dem die Möglichkeit der Schlammabsetzung und des Verstopfens von Transportverbindungen damit ausgeschlossen ist.

Das HZhO-System ermöglicht die Aufnahme, sichere Lagerung radioaktiver flüssiger Medien mit starker Mineralisierung und deren Transport zur Verfestigungsanlage. Im Normalbetrieb gibt es keine Freisetzung radioaktiver Medien in die Umgebung. Für ausführlichere Informationen zum FlüRAA-Behandlungssystem siehe Band 7 Teil 6 („Umgang mit Kernbrennstoff und radioaktiven Abfällen“).

FlüRAA-Verarbeitungsanlagen (UGU und UZ)

Die **Tiefverdampfungsanlage** (UGU) wurde im Jahr 1999 in Betrieb genommen. Nach der Lagerung in den Behältern der Zwischenschnittstelle werden FlüRAA zur Verfestigung der Tiefverdampfungsanlage (UGU) zugeführt. Im Laufe des Betriebs der UGU-Anlage entsteht ein Salzkonzentrat, das in Metallfässern der Standardgröße abgefüllt ist.

Für die Lagerung von Fässern mit Salzkonzentrat sind vorgesehen:

- Modulares Lager für radioaktive Abfälle in B-B Cube-Containern;
- Zellen zur Lagerung von Fässern mit Salzkonzentrat im Lagerblock des FeRAA-Lagers für feste radioaktive Abfälle (FeRAA).

Die Ausrüstung, Rohrleitungsverbindungen und Anordnung werden so ausgeführt, dass im Normalbetrieb keine Freisetzung radioaktiver Medien in die Umgebung stattfindet.

Mit der Inbetriebnahme der Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 wird die Bildung von Eindampfrückständen um durchschnittlich 200 m³/Jahr (Entwurf) zunehmen. Die Gesamtmenge der durch den Betrieb von vier Kraftwerksblöcken in die HZhO-Behälter eintretenden Eindampfrückstände kann an der bestehenden UGU-Anlage nicht verarbeitet werden. Um eine größere Menge von Eindampfrückständen verarbeiten zu können, muss der zweite Strang der UGU-Anlage in Betrieb genommen werden. Die Analyse der Befüllung von FlüRAA-Behältern ist im Band 7 Teil 6 („Umgang mit Kernbrennstoff und radioaktiven Abfällen“) enthalten.

Die **Zentrifugenanlage** (UZ) ist für die Aufnahme und Aufbereitung von Abschlammwasser und verbrauchten Filtermaterialien ausgelegt.

Abhängig von der Konzentration und Dispersität der Aufschlammung des aufbereiteten Ausgangswassers hat die UZ-Anlage die Möglichkeit, den Reinigungsprozess zu regeln, und hat auch einen hohen Reinigungsgrad (nicht mehr als 1 mg/l), um Schlamm mit einem Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als 30% zu erzeugen. Nach der Abscheidung an der Zentrifuge wird der Schlamm ggf. einer zusätzlichen Trocknung unterzogen. Die Leistung für entwässertes Produkt beträgt nicht mehr als 14,0 t/Jahr. Aktuell befindet sich die Zentrifugenanlage in der Endphase des Testbetriebs.

Feste radioaktive Abfälle

Feste radioaktive Abfälle (FeRAA) entstehen sowohl im Normalbetrieb des Kernkraftwerks als auch während der Instandhaltung und bei Unfällen.

Die Sammlung und Vorsortierung von Abfällen, die bei Arbeiten in der kontrollierten Zone entstehen, erfolgt in speziellen Sammelcontainern direkt an den Arbeitsplätzen im Bereich ihrer Entstehung.

Die Abfälle der Kategorien 1 und 2 werden im Bereich ihrer Entstehung in PE- oder Mehrschichtpapierbeutel gesammelt und zu FeRAA-Zwischenlagerungsstellen gebracht, wo sie in Metallbehältern gelagert werden.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst.Inv. Nr.							43-814.203.004.O3.13.03	Bl.
			Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum		44

Abfälle der 3. Kategorie werden im Bereich ihrer Entstehung in einen speziellen Container gesammelt, nicht zwischengelagert, sondern sofort zur Lagerung transportiert.

Verpackte Abfälle werden zu den RAA-Zwischensammelstellen transportiert. Diese befinden sich:

- im Block für spezielle Wasseraufbereitung auf der Ebene 18,000 im Raum S-504;
- im Werkstättenblock auf der Ebene 0,000 im Raum M-117;
- im Reaktorbereich beim auf der Ebene 0,000 im Raum GA-101;
- während der planmäßigen vorbeugenden Instandhaltung auf der Ebene 36,600 im Raum GA-701 und im Raum GA-308 auf der Ebene 13,200.

FeRAA-Lagerung

Für die Lagerung von festen radioaktiven Abfällen gibt es drei Lagerstellen: im Spezialgebäude, in einem separaten Gebäude zur FeRAA-Lagerung und -Verarbeitung (FeRAA-Lager), im modularen Lager.

Je nach Befüllung der Sammelcontainer werden diese ins Lager des Blocks für spezielle Wasseraufbereitung im Spezialgebäude transportiert. Der Transport erfolgt mit dem Sonderfahrzeug OT-20.

Das FeRAA-Lager im Spezialgebäude besteht aus 29 Zellen als Stahlbetonschächten mit einer Tiefe von 4,8 bis 18 m. In der Decke eines jeden Schachts gibt es FeRAA-Ladeöffnungen, die mit Deckeln verschlossen werden. Zwischen den Öffnungen und Deckeln werden Dichtungen eingebaut. Zum Öffnen der Deckel und zum Laden von FeRAA wird ein Bockkran mit einer Traglast von 15 Tonnen verwendet. Das FeRAA-Lager im Spezialgebäude ist für die Lagerung von FeRAA der Kategorien 1, 2 und 3 ausgelegt. Derzeit werden FeRAA in den Zellen des Lagers ohne Verarbeitung in Papier- oder PE-Beuteln als Schüttgut gelagert.

Das FeRAA-Lager im Spezialgebäude wurde mit dem Kraftwerksblock Nr. 1 in Betrieb genommen.

Die Auslegungskapazität der Zellen des FeRAA-Lagers im Spezialgebäude ist:

- für Abfälle der 1. Kategorie - 1081,5 m³;
- für Abfälle der 2. Kategorie - 4925,46 m³;
- für Abfälle der 3. Kategorie - 361,2 m³.

Da die Zellen zur Lagerung von Abfällen der 1. Kategorie derzeit befüllt sind, werden Abfälle der 1. Kategorie in den Zellen für Abfälle der 2. Kategorie gelagert. Die Zellen für die Abfälle der 3. Kategorie sind zu etwa 2,8% ausgefüllt, da die Menge an hochradioaktiven Abfällen viel niedriger als der Auslegungswert ist. Die Kapazität der Zellen reicht bis zum Ende der Betriebsdauer des Kernkraftwerks aus.

Für die Abfälle der 1. und 2. Kategorie in den Zellen des FeRAA-Lagers im Spezialgebäude gibt es 694,7 m³ freien Volumens. Die FeRAA werden nach Aktivitätskategorien sortiert.

Durch die Einhaltung der Anforderungen an die Strahlungssicherheit bei FeRAA-Zellenbeladungsvorgängen, durch die Auswahl der Ausrüstung, Anordnung und Zugänglichkeit für die Wartung wird die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt verhindert.

Modulares Lager

Die Zwischenlagerungsfläche ist vorgesehen für:

- die Aufstellung von 100 B-B Cube-Containern, gefüllt mit Salzkonzentratfässern in zwei Ebenen;
- die Abdeckung der Container mit Metalldeckeln;
- die Zwischenlagerung der Container über 50 Jahre;
- die Strahlungsüberwachung während der Flächenbeladung und während des „passiven“ Flächenbetriebs.

Das modulare Lager ermöglicht die Zwischenlagerung von 1200 mit Salzschnmelze gefüllten Containerfässern in 100 B-B Cube-Containern in zwei Ebenen. Jeder B-B Cube-Container hat ein Fassungsvermögen für 12 Containerfässer mit Salzschnmelze derselben Aktivitätskategorie.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst.Inv. Nr.							43-814.203.004.OЭ.13.03	Bl.
										45
			Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Untersch.	Datum		

Mit B-B Cube-Containern aus Stahlbeton können Containerfässer ohne zusätzlichen biologischen Schutz in einem offenen, jedoch von außen abgesperrten Bereich mit eingeschränktem Personalzugang gelagert werden.

Für die Lagerung der B-B Cube-Container, die mit Salzschnmelze-Fässern gefüllt sind, wurde eine Betonplattform für ihre Zwischenlagerung gebaut. Die Abmessungen der Plattform betragen 50x41 m, die Höhenebene ist 0,000.

Die Fläche für die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle befindet sich innerhalb des KKW-Industriegeländes.

Die Fläche befindet sich abseits der Hauptbewegungswege für das KhKKW-Personal. Die Lage der Fläche ermöglicht eine laufende Kontrolle, Überwachung und Bewachung von B-B Cube-Containern.

Zum 31.12.2015 betrug die tatsächliche Befüllung des modularen Lagers 38%.

Gemäß dem Technischen Beschluss vom 21.10.2014 Nr. 0.ZD.0020.TR-TT „Über die Ausladung von Containerfässern mit Salzschnmelze aus B-B Cube-Containern in den Lagerblock des FeRAA-Lagers“ werden Arbeiten durchgeführt, um Containerfässer mit Salzkonzentrat aus B-B Cube-Containern in Zellen des Lagerblocks des FeRAA-Lagers auszuladen.

Die Einhaltung der Strahlenschutzanforderungen bei Transport- und Prozessabläufen für die Ausladung von Containerfässern mit Salzkonzentrat aus den B-B Cube-Containern, Steuerungs- und Überwachungsmethode, Auswahl der Ausrüstung, Anordnung, Zugänglichkeit für die Wartung und Instandhaltung - all dies verhindert den Austritt und die Emission radioaktiver Stoffe in die Umwelt.

FeRAA-Lagerblock als Teil der Anlage zur Verarbeitung radioaktiver Abfälle

Das FeRAA-Lager ist für die Lagerung von FeRAA der 1. und 2. Kategorie, verfestigten FlüRAA der 2. und 3. Kategorie vorgesehen. Das FeRAA-Lager besteht aus einem Lagerblock und einem Verarbeitungsblock.

Der FeRAA-Lagerblock wurde durch die KhKKW-Anordnung Nr. 148 vom 08.02.2002 in Betrieb genommen.

Der Lagerblock hat laut Grundriss die Abmessungen von 48x36 m (Achsen 10-18; A-B) und die Höhe von 16,2 m bis zur Unterseite der Tragbalken der Deckung, er besteht aus zwei Teilen: Der untere Teil des Gebäudes ist das Lager, an das die Anforderungen für biologischen Schutz gestellt werden, und der obere Teil ist kaltes Zelt.

Das Lagervolumen nimmt den unteren Teil ab der Höhenebene minus 1,200 bis 9,000 ein. Die Gesamtkapazität der FeRAA-Lager-Zellen für die Lagerung im Rahmen des Projekts beträgt:

- für verfestigte FlüRAA der 2. Kategorie - 6343 m³ oder 16074 Containerfässer mit einer Kapazität von 0,2 m³;
- für verfestigte FlüRAA der 3. Kategorie - 840 m³ oder 4200 Containerfässer mit einer Kapazität von 0,2 m³.

Zum 31.12.2015 wurden im KKW Khmelnitsky in FeRAA-Lagern 4981 Containerfässer mit Salzkonzentrat und entwässertem Schlamm gelagert.

Der Strahlungsschutz der Lagerblockzellen stellt sicher, dass die festgelegte Dosisbelastung des Personals nicht überschritten wird. Die Auswahl der Ausrüstung, Anordnung und Zugänglichkeit für die Wartung, Durchführung der Arbeit mit FeRAA in geschlossenen Räumen verhindern die Freisetzung radioaktiver Stoffe beim Betrieb des Lagerblocks in die Umwelt.

Komplex für die Verarbeitung von radioaktiven Abfällen

Um die FeRAA-Menge zu reduzieren und in einen für die langfristige Lagerung geeigneten Zustand zu versetzen, ist im Verarbeitungsblock ein RAA-Verarbeitungs-komplex vorgesehen, in dem die aus den Zellen des FeRAA-Lagers im Spezialgebäude entnommenen FeRAA nach der Sortierung und Verarbeitung in den Press- und Verbrennungsanlagen in Container verpackt und dem Lagerblock des FeRAA-Lagers zugeführt werden.

Inv. Nr.	Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst. Inv. Nr.							Bl.
				43-814.203.004.OЭ.13.03						46
				Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum	

Der Komplex sieht folgende Hauptanlagen vor:

- zur Entnahme von Abfällen aus den FeRAA-Lager-Zellen;
- zur Fragmentierung und Sortierung von Abfällen;
- zur Superpressung (Superkompaktor);
- zur Verbrennung in fossilen Brennstoffen;
- zur Dekontamination von Metall und Ausrüstung;
- zur Zementierung;
- zur Aktivitätsmessung.

Die Entnahmeanlage ist für die Entnahme radioaktiver Abfälle aus den Zellen/Ablagen des FeRAA-Lagerraums im Spezialgebäude zum weiteren Transport von Abfällen in den Lagerblock des FeRAA-Lagers zur Weiterverarbeitung ausgelegt.

Die Fragmentierungs- und Sortieranlage ist für die Sortierung von FeRAA nach physikalisch-chemischen Eigenschaften vorgesehen, abhängig von dem für ihre Weiterverarbeitung gewählten Verfahren, sowie für die Fragmentierung von FeRAA und die Zwischenkontrolle der Verpackungen nach Expositions dosisleistung und Masse. Hier wird auch die Vorpressung der zu pressenden Abfälle in Containerfässern vor dem Versand zur Superpressung erfolgen.

Die Pressanlage ist dafür ausgelegt, die Menge der zu pressenden Abfällen zu reduzieren.

Die Metalldekontaminationsanlage dient zur Dekontamination der Oberflächen metallischer radioaktiver Abfälle von schwach festhaftenden Kontaminationen, Oxidschicht, Ölprodukten und Karbonatsedimenten bis auf Sollwerte, die es ermöglichen, Metallfragmente zur Wiederverwertung zu übergeben.

Die Verbrennungsanlage dient zur Verbrennung von brennbaren FeRAA und Altöl. Die Anlage ist mit einem Rauchgasreinigungssystem ausgestattet.

Die Zementierungsanlage ist für die Einsperrung radioaktiver Abfälle in eine Zementmatrix vorgesehen.

Die Aktivitätsmessanlage dient zur Erfassung der Menge und zur Kontrolle der Aktivität von zur Lagerung gebrachten festen radioaktiven Abfällen (RAA-Registrierung).

Das System zum Handling fester radioaktiver Abfälle der 1. Kategorie beinhaltet:

- Sammlung von FeRAA der 1. Kategorie an FeRAA-Sammelstellen;
- Transport von Sammelcontainern mit FeRAA der 1. Kategorie von den FeRAA-Sammelstellen ins FeRAA-Lager im Spezialgebäude.

Das System zum Handling von Kanälen zur Neutronenmessung und Thermowandlern, Abfällen der 2. und 3. Kategorie, Quellen ionisierender Strahlungen, Absorberstäben des Steuerungs- und Schutzsystems, absorbierenden Abbrennstäben beinhaltet:

- Transport von Containern mit Kanälen zur Neutronenmessung und Thermowandlern aus dem Reaktorbereich der KKW-Blöcke ins FeRAA-Lager im Spezialgebäude;
- Sammlung von FeRAA der 2. Kategorie an Sammelstellen und Transport von Containern mit FeRAA der 2. Kategorie von FeRAA-Sammelstellen ins FeRAA-Lager im Spezialgebäude;
- Transport von Containern mit FeRAA der 3. Kategorie ins FeRAA-Lager im Spezialgebäude;
- Transport von verbrauchten hochaktiven Quellen ionisierender Strahlung zur Gamma-Strahlenprüfung mit dem Iridium-192-Isotop und zur Endlagerung durch das Unternehmen „Izotop“ oder „Radon“ oder in FeRAA-Lagerzellen;
- Transport des Laborcontainers mit verbrauchten hochaktiven Quellen ionisierender Strahlung aus dem Quellenlager des Metrologielabors (Raum B-119 des Spezialgebäudes) ins FeRAA-Lager im Spezialgebäude;
- Transport der Verpackung mit verbrauchten schwachaktiven Quellen ionisierender Strahlung ins FeRAA-Lager im Spezialgebäude.

Alle Transport- und Prozessvorgänge mit FeRAA werden von einer Strahlungsüberwachung begleitet (die Gammastrahlungsdosisleistung auf den Oberflächen der Abfälle oder des Schutzbehälters wird gemessen), um die Strahlungssicherheit des KKW-Personals zu gewährleisten.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst.Inv. Nr.							43-814.203.004.O3.13.03	Bl.
			Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum		47

Der Entwurf und die technischen Lösungen für das FeRAA-System wurden gemäß der normativen Dokumentation ausgearbeitet und gewährleisten den biologischen Schutz für das Bedienpersonal und schließen radioaktive Kontamination der Umgebung beim Umgang mit FeRAA aus.

Radioaktive Abfälle, die während des Betriebs der KhKKW-Blöcke Nr. 3 und 4 entstehen, werden verarbeitet und konditioniert werden und anschließend ins Eigentum des Staates im Rahmen der Umsetzungsmaßnahmen zur Vorbereitung für die Außerbetriebnahme der KKW-Blöcke im Lebenszyklus des Kernanlagenbetriebs entsprechend den Anforderungen des Punkts 11.10 des Dokuments 306.2.141-2008 [21] übertragen.

2.2.10 Transport- und Prozessvorgänge

Das Kernbrennstoff-Behandlungssystem (KBBS) umfasst Transport- und Prozessvorgänge (TPV) für den Ersatz von abgebrannten Brennelementen (ABE) und Absorberelementen (AE) des Reaktorkerns durch „frischen“ Brennstoff sowie Brennstofftransport und -lagerung im Kernkraftwerk.

Die grundlegenden Transport- und Prozessvorgänge für die Arbeit mit Kernbrennstoff sind:

- Anlieferung, Annahme und Lagerung von frischem Brennstoff;
- Abtransport von abgebranntem Brennstoff aus dem Reaktorbereich;
- Vorbereitung des Reaktors zum Umladen;
- Inspektion der Reaktorkomponenten;
- Kernbrennstoffumladung im Reaktorkern;
- Zufuhr von frischem Brennstoff in den Reaktorbereich und Beschickung des Reaktor damit;
- Abklingen von abgebranntem Kernbrennstoff im Abklingbecken;
- Abtransport von abgebranntem Brennstoff aus dem Kernkraftwerk.

Anlieferung, Annahme und Lagerung von frischem Kernbrennstoff

Die Anlieferung des frischen Brennstoffs ins Kernkraftwerk erfolgt nach einem zuvor festgelegten Zeitplan. Im Reaktorkern der Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 ist es möglich, WR-Brennelemente von Westinghouse ab der ersten Beladung und auch andere Brennstoffe (Brennelemente alternativer Konstruktionen TWSA) zu verwenden.

Der Transport von frischem Brennstoff (Brennelementen alternativer Konstruktionen) erfolgt nach dem derzeit bestehenden Schema für die Kraftwerksblöcke Nr. 1 und 2 in Transportverpackungen KU.0401.01.00.000, Typ TK-C5 mit einer Kapazität von je zwei Brennelementen.

Der Transport von frischen Brennelementen der Firma Westinghouse erfolgt in Transportcontainern MCC-5 (Modified Core Component) mit einer Kapazität von je zwei Brennelementen. Diese Container sind für den Transport von zwei schwach angereicherten (bis zu 5 Gew. % ²³⁵U) Brennelementen von Leichtwasserreaktoren vorgesehen. Die Atomsicherheitsanforderungen für den Transport und die Lagerung frischer Westinghouse-Brennelemente in Transportcontainern MCC-5 werden für den Normalbetrieb und für Notbedingungen erfüllt, was durch das entsprechende Zertifikat bestätigt wird [22].

Der Transport erfolgt nur, wenn ein Sicherheitszertifikat vorliegt, das bestätigt, dass die Ausführung der Verpackung den Sicherheitsanforderungen entspricht. Verpackungen werden mit dem Zug in geschlossenen Transportmitteln - in speziellen Waggons oder auf speziellen Flachwagen transportiert.

Bei Eingang von frischem Brennstoff werden die Versandpapiere auf deren Vorhandensein und die Verpackungen, die Unversehrtheit von Eingriffsanzeigen (Siegeln), das Vorhandensein von Aufklebern und Begleitbeschriftungen sowie der Zustand der äußeren Oberflächen der Verpackungen visuell geprüft.

Die Lagerung von frischem Brennstoff gemäß den Empfehlungen der IAEO und den Anforderungen der staatlichen normativen Dokumente NP 306.2.141-2008 [21], PNAE G-14-029-91 [23] erfolgt in einem speziellen Lager für Frischbrennstoff (FBL).

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst.Inv. Nr.							43-814.203.004.OЭ.13.03	Bl.
										48
			Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum		

Das Verfahren zur Annahme von frischem Brennstoff im FBL umfasst aufeinanderfolgende Vorgänge unten:

- ein Waggon (Flachwagen) mit frischem Brennstoff wird mit dem Zug an den Transportkorridor des Spezialgebäudes (M-117) unter die Luke des FBL bereitgestellt;
- mit dem speziellen Kran mit einer Traglast von 30/5 t wird die Verpackung mit einer Hebegeschirr zum Lagerort im FBL transportiert. Alle Verpackungen werden im FBL entsprechend dem Kartogramm der Verpackungen gestapelt.

Nachdem alle eingegangenen Verpackungen im FBL platziert sind, werden die Verpackungen nacheinander geöffnet, die Brennelemente nacheinander herausgenommen und einer Eingangskontrolle unterzogen.

Frischer Brennstoff im Kernkraftwerk unterliegt zwei Arten von Kontrolle:

- Eingangskontrolle, die beim Eingang frischen Brennstoffs im KKW erfolgt;
- technische Inspektion, die durchgeführt wird, wenn frischer Brennstoff die Garantiefrist für die Lagerung im Kernkraftwerk überschreitet.

Nach den Ergebnissen der Kontrolle von frischem Brennstoff wird ein Protokoll erstellt. Sollten im Kontrollprozess Abweichungen von den festgelegten Anforderungen auftreten, wird die Entscheidung über die Verwendung der Produkte von einer Kommission aus Vertretern des KKW und des Lieferanten getroffen.

Kassetten, die die Eingangskontrolle bestehen, werden mit der Gabel des FBL-Krans mit einer Traglast von 5 Tonnen in speziellen Kästen für die Lagerung von frischem Brennstoff mit einer Kapazität von 18 Brennelementen positioniert. Gemäß den durchgeführten Sicherheitsanalysen für TWSA- und TWS-WR-Kassetten sollten mit mehr als 12 Brennelementen bestückte Kästen mit einem Deckel verschlossen werden.

Die normale langfristige Lagerung frischer Brennelemente im FBL erfolgt in Transportcontainern und die kurzfristige Lagerung, d. h. unmittelbar vor dem Beladen des Reaktors, in Kästen für frischen Brennstoff.

Für die Beförderung in den Reaktorbereich werden die Kästen mit frischen Brennelementen mit Deckeln verschlossen und mit dem Kran mit einer Traglast von 30/5 t mit einem Greifer auf einem kraftwerksinternen Flachwagen zum Transport von Kästen mit Brennelementen platziert. Zur Aufstellung und Fixierung des Kastens ist der Flachwagen mit einem speziellen Container ausgestattet.

Das Lager für frischen Brennstoff wurde als gemeinsam für vier Kraftwerksblöcke des KKW Khmel'nitsky ausgelegt. Derzeit wird das FBL für die Lagerung frischen Brennstoffs der Kraftwerksblöcke Nr. 1 und 2 verwendet. Das FBL befindet sich in den Achsen 2-3 des Werkstättenblocks im Spezialgebäude, das für vier Kraftwerksblöcke gemeinsam ausgelegt wurde.

Gemäß den Anforderungen der Vorschriften für die Kernenergetik PNAE G-14-029-91 [23] ist das FBL ein Lager der Klasse 2. Die dem FBL zugehörigen Konstruktionen des Spezialgebäudes gehören zur Kategorie II der Verantwortung für die Atom- und Strahlungssicherheit gemäß den Normen und Bestimmungen AE-5.6 [24] und zur Kategorie I der Erdbbensicherheit nach den Vorschriften für die Kernenergetik PNAE G-5-006-87 [**Fehler! Die Quelle des Verweises wurde nicht gefunden**] unter Berücksichtigung des maximalen Auslegungserdbebens (MPE) 6 Punkte, das für den KhKKW-Standort typisch ist. Der Gebäuderahmen besteht aus Stahlbetonfertigteilen.

Entsprechend dem WTZ-Bericht [26] kann im vorhandenen FBL des Kernkraftwerks Khmel'nitsky Folgendes platziert werden:

- 132 Brennelemente in 11 Spezialkästen mit je 12 Brennelementen. Ein Kasten darf bis zu 18 Brennelementen beinhalten, falls die Kästen mit Deckeln verschlossen sind. In diesem Fall beträgt die maximale Anzahl von Brennelementen in den Kästen 198 Stück. Insgesamt verfügt das FBL über 14 Kästen für frische Brennelemente, von denen drei jedoch für den Transport in den Reaktorbereich zum Umladen verwendet werden. In diese Kästen dürfen nur 12 Brennelemente geladen werden, das heißt die Brennstoffmenge, die in die Kästen eingelegt werden kann, beträgt $198 + 36 = 234$ Brennelemente.
 - 152 Brennelemente in 76 Verpackungen mit je zwei Brennelementen. Die Verpackungen sind mit je 16 Stück in vier Gruppen geordnet und eine Gruppe enthält 12 Verpackungen;
 - 36 hermetisch abgedichtete Pennale in zwei Spezialkästen;
 - 166 Kassettennachbildungen in speziellen Gestellen;
 - 43 Absorberstäbe des Steuerungs- und Schutzsystems oder Nachbildungen (nachgebildete Absorberstäbe des Steuerungs- und Schutzsystems) an Aufhängungen.

Die maximale Kapazität des vorhandenen FBL während der Lagerung von Brennelementen in verschlossenen Kästen (je 18) beträgt: $234 + 152 = 386$ Brennelemente.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst. Inv. Nr.							43-814.203.004.03.13.03	Bl.
			Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum		49

Die Analyse der nuklearen Sicherheit für das Frischbrennstoff-Lager (FBL) der ukrainischen Kraftwerksblöcke mit WWER-1000 im WTZ-Bericht [26] bestätigte, dass die Bedingung der Unterkritikalität (Koeff. <0,95) für das bestehende FBL eingehalten wird.

Die Analyse wurde für TWSA-12 - kastenlose Brennelemente sechskantigen Profils mit einer „Schlüsselweite“ von max. 235,1 mm [27] sowie TWS-WR durchgeführt.

Eine Vergleichsanalyse der Bruteigenschaften von TWSA und TWS-WR im WTZ-Bericht [26] ergab, dass die Ergebnisse der Begründung der nuklearen Sicherheit im Umgang mit TWSA-Brennelementen auch auf die Brennelemente von Westinghouse als konservativere anwendbar sind.

Abtransport von abgebranntem Brennstoff aus dem Reaktorbereich

Der abgebrannte Kernbrennstoff (AKB) wird im Abklingbecken zum Abbau der Aktivität und Nachwärme von abgebrannten Brennelementen auf die für deren Transport zulässigen Werte gehalten. Danach werden sie in Container verladen und aus dem Reaktorbereich des Kraftwerksblocks ins Lager für abgebrannte Kernbrennstoffe (Zentrallager für AKB) transportiert. An ihrer Stelle im Gestell des Abklingbeckens werden abgebrannte Brennelemente gestellt, die während dieser Umladung aus dem Reaktor ausgeladen werden.

Die Abfuhr der für den Transport bestimmten AKB aus dem Reaktorbereich des Kraftwerksblocks erfolgt gleichzeitig mit den Vorgängen zur Reaktorabkühlung, zur Vorbereitung seiner Komponenten auf die Inspektion und zur Umladung von Brennstoffen.

Beim Bau eines Zentrallagers für abgebrannte Kernbrennstoffe mittels Holtec-Technologie wird die Abladung und die Abfuhr von AKB aus dem Kraftwerksblock mit geeigneten Vorrichtungen durchgeführt: einem undurchlässigen Container MZC-31, einem Umladecontainer HI-TRAC 190 und einem Transportcontainer HI-STAR.

Der undurchlässige Container MZC-31 mit einer Kapazität von 31 abgebrannten Brennelementen WWER-1000 wird im Kraftwerksblock in den Transportcontainer HI-STAR verladen und in einem speziellen Eisenbahntransportwaggon für Container HI-STAR als Teil eines Sonderzugs zum Zentrallager für AKB transportiert. Im Abnahme-Gebäude des Zentrallagers für AKB werden Container MZC-31 mit abgebrannten Brennelementen in den Lagercontainer HI-STORM umgeladen und auf den Lagerplatz zur langfristigen Lagerung gestellt.

Die Beladung des Transportcontainers mit abgebrannten Brennstoffen erfolgt im Containerraum des Abklingbeckens (Umladebrunnen).

Die gelagerten abgebrannten Brennelemente werden gemäß dem genehmigten Ladekartogramm mit einer Umlademaschine (UM) von den Gestellen des Abklingbeckens unter einer Wasserschutzschicht in den Container MZC-31 geladen, der im Umladecontainer aufgestellt ist.

Der mit abgebrannten Brennelementen beladene MCC im Umladecontainer wird zum Spülschacht transportiert, wo der Container deaktiviert, mit Edelgas gefüllt und die Abdichtung von MZC durch Schweißen durchgeführt wird.

Der MZC-Container, der sich im HI-TRAC-Umladecontainer befindet, alle (vom Programm festgelegten) Inspektionvorgänge durchlaufen hat, wird mit einem Kran vom Spülschacht zum Transportkorridor transportiert und in den am Eisenbahn-Transportwaggon aufgestellten HI-STAR-Transportcontainer umgeladen.

Der Transportcontainer wird mit einem Deckel verschlossen, mit Edelgas (Helium) gefüllt und aus dem Transportkorridor abtransportiert. Im offenen Bereich werden am HI-STAR-Container Dämpfer und eine Schutzabdeckung eingebaut. Der beladene Transportwaggon wird mit der Lok auf die vorhandenen Gleise zur Abstellung und Bildung eines Sonderzugs befördert.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst. Inv. Nr.							43-814.203.004.03.13.03	Bl.
			Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum		50

Zur Abfuhr abgebrannter Brennstoffe aus dem Kernkraftwerk dient ein spezieller Güterwagen, der den mit AKB beladenen Container per Bahn transportiert. Im Transportkorridor des Reaktorbereichs (Raum GA-101) wird eine Reihe von Vorgängen durchgeführt, um den Containerwaggon für den Transport aus dem Reaktorbereich vorzubereiten. Vor dem Transport wird eine Strahlungskontrolle des Containerwaggons und des Containers durchgeführt. Falls erforderlich, sollte die Dekontamination des Containerwagens unter Berücksichtigung des Grades lokaler Verunreinigungen erfolgen.

Alle Hebearbeiten mit Containern werden mit einem elektrischen Brückenkran mit einer Traglast von 320+160/2*70 t durchgeführt.

Vorbereitung des Reaktors zum Umladen

Die Reaktorbauart bestimmt das Umladeverfahren - nur beim ausgebauten Reaktordeckel. Vor der Entdichtung des Reaktors werden einige Vorarbeiten durchgeführt:

- Druckabbau im Reaktorbehälter bis auf Atmosphärendruck;
- Absenkung der Wassertemperatur des Primärkreislaufs auf 60 °C; Austreiben aktiver Gase aus dem Reaktor durch Wasser;
- Verringerung der Wasseraktivität bis auf die zulässigen Grenzen durch Wasseraustausch.

Parallel zu diesen Arbeiten wird eine teilweise Zerlegung des Reaktors gemäß den technischen Vorschriften und Arbeitsanweisungen durchgeführt.

Inspektion der Reaktorkomponenten

Alle acht Jahre wird regelmäßig eine vollständige Zerlegung des Reaktors durchgeführt, um die Innen- und Außenflächen des Reaktorbehälters zu besichtigen. In diesem Fall werden nach dem Entfernen des Schutzrohrblocks alle Brennelemente mit der Umlademaschine aus dem Reaktor herausgezogen und in die Gestelle des Abklingbeckens eingelegt.

Nach der Montage der Druckbehältereinbauten (des Reaktorschachts und des Schutzrohrblocks) in die Revisionschächte für Druckbehältereinbauten werden diese mit einer Fernsehanlage auf Mängel geprüft, die während des Betriebs der Reaktoranlage auftreten können.

Die Inspektion der Innenfläche des Reaktorbehälters und der Schweißverbindungen im Bereich der Stutzen erfolgt mit speziellen Kontrollsystemen.

Kernbrennstoffumladung im Reaktorkern

Die Kernbrennstoff-Umladevorgänge im Reaktorkern sehen den Austausch von abgebrannten Brennelementen und Absorberstäben des Steuerungs- und Schutzsystems gegen frische sowie den Umbau von Brennelementen und Absorberstäben des Steuerungs- und Schutzsystems innerhalb des Kerns vor.

Der Reaktor wird mit der Umlademaschine unter einer Wasserschutzschicht nach einem speziellen Programm wie folgt umgeladen:

- Das abgebrannte Brennelement wird aus dem Reaktorkern entnommen. Nach dem Hochfahren der Brennelemente in die Transportposition werden durch das System der Dichtheitskontrolle der Brennstäbe der Brennelemente beim abgeschalteten Reaktor in der Arbeitsstange der Umlademaschine (SDKB UM) Vorgänge zur Erfassung vorläufiger Angaben über die Dichtheit der Brennstäbe der Brennelemente durchgeführt, um anschließend die festgestellten defekten Brennelementebündel in den Pennalen des Brennelementeschaden-Erfassungssystems (BSES) zu überprüfen;
- Abhängig von den Ergebnissen der Dichtheit im BSES wird das abgebrannte Brennelement entweder in die Zelle des Gestells oder ins hermetisch abgedichtete Pennal oder in den Reparatur- und Inspektionsstand (RIS) eingelagert.

Die Dichtheitskontrolle erfolgt mittels Analyse von Gasproben, die dem Innenvolumen der UM-Arbeitsstange entnommen werden, nachdem in sie Brennelemente aus dem Kern eingesetzt wurden, um sie zum Abklingbecken zu transportieren oder in eine andere Zelle des Reaktors zu verlagern.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst.Inv. Nr.							Bl.
									51
Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum	43-814.203.004.03.13.03			

Die hermetisch abgedichteten Pennale werden aus dem FBL in den Reaktorbereich geliefert und vor der ersten Reaktorumladung ins Abklingbecken gebracht. Undichte Brennelemente, die das Ausfallkriterium erreicht haben, werden für die gesamte Lebensdauer des Kraftwerksblocks in hermetisch abgedichteten Pennalen gelagert.

Nach Abschluss der Vorgänge zum Ausladen von abgebrannten Brennelementen und zum Umbauen von Brennelementen im Inneren des Reaktors gemäß dem Kartogramm werden frische Brennelemente mit der Umlademaschine aus dem im Containerraum des Abklingbeckens aufgestellten Kasten zu den angegebenen Zellen des Reaktorkerns umgeladen.

Die Vorgänge zum Auswechseln von Absorberstäben des Steuerungs- und Schutzsystems werden ähnlich wie die Vorgänge zum Auswechseln von Brennelementen durchgeführt, mit Ausnahme der Durchführung der Dichtheitsprüfung. Die aus dem Reaktor ausgeladenen Absorberstäbe des Steuerungs- und Schutzsystems werden vor dem Abtransport ins FeRAA-Lager in leeren abgebrannten Brennelementen gelagert.

Die Umlademaschine führt gleichzeitig Vorgänge mit nur einem Brennelement oder mit einem Absorberstab des Steuerungs- und Schutzsystems, oder mit einem Brennelement zusammen mit dem Absorberstab des Steuerungs- und Schutzsystems durch.

Zufuhr von frischem Brennstoff in den Reaktorbereich und seine Beförderung in den Reaktor

Nach dem Ausladen abgebrannten Brennstoffs aus dem Reaktor ins Abklingbecken und dem Umbauen von Brennelementen im Reaktorkern wird frischer Brennstoff in den Reaktor geladen. Der frische Kernbrennstoff, der zum Laden in den Reaktor im Frischbrennstofflager (FBL) vorbereitet und in den Transportkasten für frische Brennelemente eingesetzt ist, wird in folgender Reihenfolge in den Reaktorbereich gegeben:

- ein kraftwerkseigener Flachwagen mit einem Kasten mit frischem Brennstoff oder Absorberstäben des Steuerungs- und Schutzsystems wird in den Transportkorridor des Reaktorbereichs befördert;
- der Transportkasten mit frischen Brennelementen oder Absorberstäben des Steuerungs- und Schutzsystems wird mit einem Schwenkkrane mit einer Traglast von 320+160/2x7 t mit Hilfe eines speziellen Greifers durch die Transportschleuse zur Zentralhalle des Reaktorbereichs hochgefahren;
- der Transportkasten mit frischen Brennelementen oder Absorberstäben des Steuerungs- und Schutzsystems wird mit einem Schwenkkrane mit einer Traglast von 320+160/2x7 t mit Hilfe eines speziellen Greifers in den Containerraum des Abklingbeckens transportiert und in eine Universalaufnahme eingesetzt;
- frische Brennelemente oder Absorberstäbe des Steuerungs- und Schutzsystems werden aus dem Transportkasten ins Gestell des Abklingbeckens umgeladen oder direkt in den Reaktor eingesetzt.

Die Beförderung des frischen Kernbrennstoffs in den Reaktor wird gemäß dem Reaktorkern-Umladezeitplan durchgeführt.

Lagerung des abgebrannten Kernbrennstoffs im Abklingbecken

Das System zur Lagerung des abgebrannten Kernbrennstoffs im Abklingbecken ist für dessen Zwischenlagerung bestimmt, um die Aktivität und Nachwärme von abgebrannten Brennelementen alternativer Konstruktionen auf die zulässigen Werte abzubauen. Das System zur Zwischenlagerung des abgebrannten Kernbrennstoffs befindet sich im Reaktorbereich. Das System besteht aus dem Abklingbecken und den erforderlichen Räumen und der Ausrüstung, die zur Arbeit mit dem abgebrannten Brennstoff verwendet werden.

Das Abklingbecken befindet sich im undurchlässigen Teil des Reaktorbereichs entlang der IIP-Achse innerhalb des Dampferzeugerraums zwischen den Hauptumwälzschleifen und besteht aus drei Kammern, die unmittelbar zur Lagerung abgebrannter Brennelemente vorgesehen sind, und dem Brunnen des Abklingbeckens - der Ladezone für den Transportcontainer mit abgebrannten Brennelementen.

Das Abklingbecken grenzt direkt an den Reaktorschacht an und ist damit durch einen Umladekanal zum Transport eines Brennelementes verbunden. Die Lagerung abgebrannter Brennelemente erfolgt in Gestellen zur abgedichteten Brennstofflagerung, mit denen die Kammern des Abklingbeckens ausgestattet sind. Die Brennelemente werden während der Lagerung senkrecht in Sechskantrohren (Kästen) aus korrosionsbeständigem Borstahl platziert. Bei der Einschätzung der Kapazität des Abklingbeckens wird berücksichtigt, dass im Becken feste Plätze für die Notentladung oder geplante Entladung des Reaktorkerns (163 Brennelemente) vorgesehen sind. Zusätzlich zu den abgebrannten Brennelementen werden in den Gestellen des Abklingbeckens hermetisch abgedichtete Pennale mit defekten Brennelementen, Pennale des Brennelementeschaden-Erfassungssystems (BSES) gelagert.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst.Inv. Nr.							Bl.
									52
Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum	43-814.203.004.03.13.03			

Aufgrund der hohen Aktivität und der Notwendigkeit, die Nachwärme abzuleiten, werden abgebrannte Brennelemente bis zum Zeitpunkt der Abfuhr aus dem KKW unter einer Schutzschicht der Borsäurelösung mit einer Konzentration von 16 g/dm³ zwischengelagert. Die Dicke der Wasserschicht über den Köpfen der eingelagerten abgebrannten Brennelementen beträgt mindestens drei Meter. Die Haltezeit für abgebrannte Brennelemente im Abklingbecken ist mindestens drei Jahre.

Das System zur Lagerung von abgebrannten Brennelementen im Abklingbecken ermöglicht deren sichere Lagerung durch:

- die Nachwärmeabfuhr durch das Kühlsystem des Abklingbeckens;
- die Aufrechterhaltung des Wasserstandes im Abklingbecken, der den erforderlichen biologischen Schutz sicherstellt;
- die Aufrechterhaltung der erforderlichen Unterkritikalität des Lagerungssystems, die dadurch erreicht wird, dass die abgebrannten Brennelemente in den Gestellen des Abklingbeckens mit dem erforderlichen Abstand platziert werden und die erforderliche Konzentration des homogenen Absorbers (H₃BO₃) im Wasser des Abklingbeckens mit deren ständigen Überwachung aufrechterhalten wird.

Abtransport des abgebrannten Kernbrennstoffs aus dem Kernkraftwerk

Der Transport des abgebrannten Kernbrennstoffs ist einer der Bestandteile des nuklearen Brennstoffkreislaufs, da er die einzelnen Schritte der Behandlung von Kernbrennstoff verbindet. Die Fragen zum Transport des abgebrannten Kernbrennstoffs zählen zu den wichtigsten Fragen bei der Entscheidung über die Behandlung abgebrannter Kernbrennstoffe, da der Transport auf den staatsweiten Eisenbahnen erfolgt und somit die gesamte Bevölkerung und nicht nur die neben der Kernanlage wohnende Bevölkerung betrifft.

Der Abtransport des abgebrannten Kernbrennstoffs aus dem KKW erfolgt per Eisenbahn. Beim Transport des abgebrannten Kernbrennstoffs aus den KKW-Standorten sind drei Aufgaben zu lösen:

- Strahlungssicherheit von Personal und Bevölkerung (auch in Notfallsituationen) gewährleisten;
- Überhitzung des abgebrannten Kernbrennstoffs während des Transports ausschließen;
- Maßnahmen gegen unberechtigte Handlungen in Bezug auf den abgebrannten Kernbrennstoff ergreifen.

Der Abtransport des abgebrannten Kernbrennstoffs aus dem Kernkraftwerk in das Zentrallager für AKB erfolgt per Eisenbahn - mit einem speziellen Güterzug (Sonderzug).

Entsprechend den Anforderungen der gültigen normativen Dokumente und den technologischen Anforderungen besteht der Sonderzug aus:

- nicht mehr als fünf Waggon für den Transport des HI-STAR-Containers;
- einem Flachwaggon für den HI-TRAC-Umladecontainer;
- einem Flachwaggon mit Hilfsausrüstung;
- einem Tragwaggon für den Transport von Prozessdeckeln von Mehrzweckcontainern (MZC);
- einem Begleitwaggon;
- zwei Schutzwaggons.

Die Begleitwaggons sind für die Unterbringung von Begleitpersonal des Sonderzugs und Wachpersonal sowie von Ausrüstung und Lebensunterhaltungsmitteln bestimmt. Beim Transport ist eine ständige Überwachung des Waggon- und Containerzustands gewährleistet.

Der Transport des Zuges erfolgt sowohl auf gesamtstaatlichen Eisenbahnen als auch durch Straßen/Bahnen der Sperrzone und Zone unbedingter Aussiedlung.

Um den abgebrannten Kernbrennstoff außerhalb des Kernkraftwerks zu transportieren, kommt nach einem vereinbarten Zeitplan ein Containerwagenzug an und wird auf kraftwerkseigenen Gleisen zur Abstellung und Bildung eines Containerwagenzugs abgestellt.

Laut Zeitplan werden in den Transportkorridor des Reaktorbereichs ein Flachwaggon mit der Hilfsausrüstung, ein Waggon mit dem HI-TRAC-Umladecontainer, ein Transportwaggon mit dem HI-STAR-Umladecontainer, der einen MZC-31-Leercontainer zum Laden hat, mit der kraftwerkseigenen Lok nacheinander gebracht.

Die Abfahrt des Sonderzugs aus dem Kernkraftwerk erfolgt von den bestehenden Abstellgleisen und Gleisen zur Bildung eines Containerwagenzugs. Die Abstellgleise und Gleise zur Bildung eines Containerwagenzugs befinden sich entlang des Spezialgebäudes und gewährleisten die Annahme, Abstellung und Aufstellung des Zuges für den Transport vom Kernkraftwerksgelände.

_Anst.Inv. Nr.	
Unterschrift u. Datum	
Inv. Nr. Origin.	

							43-814.203.004.OЭ.13.03	Bl.
								53
Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum			

Im Abstellbereich dees Containerwagenszugs in der Nähe des Begleitwagens befindet sich eine Fläche, die mit technischen Mitteln hinsichtlich der lebensnotwendigen Bedürfnisse des Begleitpersonals ausgestattet ist.

Beim Bau des Zentrallagers für AKB wird das Schema für Abtransport des Brennstoffs aus dem Kraftwerksblock unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Einsatzes von Holtec-Technologieausrüstung umgesetzt.

2.2.11 Systeme der Kühlung und technischen Wasserversorgung

Kühlsystem der Hauptausrüstung

Die Quelle der technischen Wasserversorgung des Kernkraftwerks ist der Abfluss der Flüsse Horyn und Gnily Rig.

Das Kühlsystem der Hauptausrüstung der Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 stellt eine Wasserkühlung für die Turbinenkondensatoren und Hilfsmechanismen sicher und umfasst auch die Kühlung der Kondensatoren und der Zusatzausrüstung für Turbospeisepumpe;

Das Umlaufkühlsystem hat ein Kühlwasserbecken (KB). Zu den Hauptanlagen gehören: Füllwasserbecken, Zulaufkanal, Blockpumpenstationen (BNS), Ein- und Ablasswasserumlaufleitungen, offener Ablaufkanal, Übergangskonstruktionen, Pumpenstation für Zusatzwasser (ZWPS).

Nach dem gültigen Schema ist der Wasserumlaufkreis wie folgt: Aus dem Wasserbecken fließt es über den offenen Zulaufkanal zu den Vorkammern der Blockpumpenstationen, dann über die Druckwasserleitungen zu den Turbinenkondensatoren und Zusatzausrüstung. Die Wasserleitungen außen werden teleskopisch ausgeführt. Nach dem Anschluss (Einführung) der Hauptturbine an den Kondensator verjüngen sich die Durchmesser der Hauptleitungen auf DN 1000 für den Anschluss zum Kühlen der Kondensatoren und der Hilfsausrüstung für Turbospeisepumpe. Nach diesem Übergang befinden sich an den Leitungen in einer separaten Kammer die Absperrventile und dann wird das Wasser mit einem Durchmesser von DN 1600 der Turbospeisepumpe zugeführt. Vor den Einführungen ins Hauptgebäude für die Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 ist eine Vorfilterkammer vorgesehen.

In der Kammer befinden sich neben den Vorfiltern selbst auch die Spülpumpen für Filtersiebe und Kammerentleerungspumpen.

Nach den Wärmetauschern wird das erwärmte Wasser über die Ablaufdruckleitungen und einen geschlossenen Kanal durch die Einrichtungen zur Heberhaltung in den Kondensatoren in den offenen Ablasskanal abgeführt. Aus dem Ablasskanal wird das Wasser durch die Übergangsanlage ins Kühlwasserbecken eingeleitet. Das im Becken gekühlte Wasser gelangt wieder in den Zulaufkanal, der Umlaufkreis der Wasserbewegung wiederholt sich.

Um die Effizienz der Wasserversorgung der Hauptverbraucher der technischen Wasserversorgung und Wasserversorgung der Verbraucher der Gruppe B im Projekt zu verbessern, die Wassertemperatur am Eingang in den Zulaufkanal auf 30 °C zu reduzieren, ist im Kühlwasserbecken der Bau eines Leitdamms mit einer Länge von 1300 m vorgesehen.

Das Kühlwasserbecken wird von einer Zusatzwasser-Pumpenstation, die sich am Fluss Horyn befindet, nachgespeist.

Das Kühlsystem für die Verbraucher der Gruppe „B“

Parallel zu den Hauptsträngen der Leitungen für technische Wasserversorgung gibt es eine Wasserversorgungsleitung für die Verbraucher der Gruppe B. Das System besteht aus:

- der Pumpenausrüstung in BNS-3 und BNS-4;
- der Druckleitung DN 1200;
- der Entlastungsleitung DN 1000, die an den geschlossenen Ablasskanal des Hauptkühlsystems angeschlossen ist.

System der technischen Wasserversorgung des kraftwerksübergreifenden Notstromdieselaggregats ORDES-2

Das System der technischen Wasserversorgung des kraftwerksübergreifenden Notstromdieselaggregats ORDES-2 besteht aus:

- der Pumpenausrüstung in BNS-1 und BNS-2 (je eine Arbeits- und eine Reserve-Pumpe in jeder der BNS).

_Anst.Inv. Nr.									Bl.
Unterschrift u. Datum								43-814.203.004.O3.13.03	54
Inv. Nr. Origin.		Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum		

- der Druckzuleitung DN 300 (je ein Strang von BNS-3 und BNS-4);
- der Ablassrohrleitung DN 500, die an die Freispiegelabflussleitung des K2-Systems angeschlossen ist (je ein Strang für KhKKW-3 und KhKKW-4).

Das Kühlsystem für die Verbraucher der Gruppe „A“

Das Kühlsystem für die Verbraucher der Gruppe „A“ gehört zu den versorgenden Sicherheitssystemen und dient dazu, die Überwärme vom Reaktor zum Endabsorber im Normal- und Störungsbetrieb abzuführen. Das System ist unabhängig von anderen Kühlsystemen. Die Anzahl der voneinander unabhängigen Kanäle des Kühlsystems entspricht der Anzahl der Kernnotkühlsystemkanäle. Die Ausrüstung und Anlagen des Systems gehören zur ersten Kategorie der Erdbebensicherheit.

Jeder Kanal des Kühlsystems besteht aus Umwälzpumpen in den Notstromdieselaggregaten RDES-3 bis RDES-5, einer Druckleitung DN 800, die den Reaktorbereich-Wärmetauschern und anderen Verbrauchern Kühlwasser zuführt, einer Druckleitung DN 800, die heißes Wasser aus den Wärmetauschern in die Leitungsnetze abführt, die heißes Wasser zum Wasserkühler führen, Leitungsnetzen DN 1000-1400, die an die bestehenden Leitungsnetze der Sicherheitssysteme angeschlossen sind, Rohrleitungen des Verteilungsnetzes der Sprühdüsenanlagen von Absperrventilen DN 800, Spritzdüsen Typ B-50 (je 100 Sätze pro Sprühdüsenanlage), einem Wasserkühler - zweiteiligen Sprühdüsenanlagen (drei Anlagen für die Kraftwerksblöcke Nr. 3-4), Hauptaugleitungen, die an die bestehenden Hauptaugleitungsnetze der Kraftwerksblöcke Nr. 1 und 2 (DN 1200-1600) angeschlossen sind, Saugwasserleitungen, die Kühlwasser den Pumpensaugstutzen von jedem der drei Kanäle der Sicherheitssysteme (DN 1000) zuführt, Umwälzleitungen (DN 250). Um eine Unterkühlung des Wassers im Winter auszuschließen und den Tropfenmitriss für jedes der Sprühdüsenanlagen zu reduzieren, sind Leerlaufauslässe (ohne Versprühung) vorgesehen.

Die Sprühdüsenanlagen sind wasserdicht mit einer äußeren Stahlbetonauskleidung mit einer Mindeststärke von 200 mm und einem wasserundurchlässigen Dichtungsmantel. Dabei sollten die Dichtungsverluste durch die Außenverkleidung gemäß den Normen und Bestimmungen PiN AE-5 und 6 0,1 l/h pro 1 m² benetzter Oberfläche nicht überschreiten. Um die Wasserdichtigkeit der Außenverkleidung zu überwachen, ist zwischen der Verkleidung und dem wasserundurchlässigen Mantel eine Filterschicht mit Drainage vorgesehen. Zum Schutz der Sprühdüsenanlagen vor Grundwasser ist eine ringförmige Schutzdrainage mit einer Pumpenstation zum Ableiten von Drainagewasser der Sprühdüsenanlage vorgesehen.

Kurzbeschreibung der Sprühdüsenanlagen der Kraftwerksblöcke Nr. 1-4:

- Anzahl der Sprühdüsenanlagen für die Kraftwerksblöcke Nr. 1–2 drei;
- Anzahl der Sprühdüsenanlagen für die Kraftwerksblöcke Nr. 3–4 drei;
- Anzahl der Kammer pro Sprühdüsenanlage zwei;
- Abmessungen im Plan einer Sprühdüsenanlage, m 68,5*132,0;
- Bodenniveau, m 202,050 -202,500;
- Randniveau, m 206,0;
- Wasserspiegellage, m 205,50;
- Gesamtfläche des Wasserspiegels der Sprühdüsenanlagen für die Kraftwerksblöcke Nr. 1-4, m² 50700;
- Böschungsverhältnis 1:3;
- errechneter Wasserverbrauch pro Sicherheitskanal eines Kraftwerksblocks, m³/h 3000;
- errechneter Wasserverbrauch für jedes der drei Sicherheitssysteme aller Kraftwerksblöcke, m³/h 12000;
- Kühlwassertemperatur, °C + 5 bis + 30.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst.Inv. Nr.							43-814.203.004.O3.13.03	Bl.
										55
			Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum		

In der technisch-ökonomischen Begründung ist der Bau von zwei Reserve-Sprühdüsenanlagen vorgesehen.

Die Kapazität der Sprühdüsenanlagen wurde anhand der Möglichkeit ausgewählt, ohne Nachspeisewasser innerhalb einer Normzeit (24 Stunden), die für die Reparatur und Wiederherstellung eines der Systeme zum Nachspeisen der Sprühdüsenanlagen benötigt wird, zu arbeiten. Das Wasservolumen in jeder Sprühdüsenanlage beträgt 18750 m³.

2.2.12 Infrastruktur- und Versorgungsnetze

Die Infrastrukturnetze für technische Wasserversorgungssysteme bestehen aus:

- den unterirdischen Druck- und Abflussleitungen der Umlaufwasserversorgung der Haupt- und Nebenanlagen für Turbinenkondensatoren, einschließlich der Kühlung der Kondensatoren und Zusatzausrüstung für die Turbospeisepumpe;

- den unterirdischen Druck- und Abflussleitungen zur Kühlung von Verbrauchern der Gruppe „B“ zur Kühlung nicht wichtiger Verbraucher im Reaktorbereich, Turbinenraum sowie im Spezialgebäude.

- den Wasserleitungen der technischen Wasserversorgung des Notstromdieselaggregats ORDES-2. Teilweise auf der Brücke, teilweise im Boden verlegt;

- den geschlossenen Stahlbeton-Abflusskanälen mit Siphonanlagen zur Aufrechterhaltung des Wasserstandes im Kanal;

- den unterirdischen Kühlleitungen für die Verbraucher der Gruppe „A“, einschließlich Umwälzleitungen.

Die Infrastrukturnetze für Wasserleitungs- und Kanalisationssysteme bestehen aus:

- einem Netz und einer Anlage für Trink- und Brauchwasserversorgung der Verbraucher des KhKKW-Standorts (Blöcke Nr. 3 und 4). Das System besteht aus Stahlrohrleitungen Dy (Anm. d. Übers.: vermutlich DN statt Dy gemeint) 250-100, die an die vorhandenen Netze des Kraftwerksblocks Nr. 2 angeschlossen sind. In den Netzen befinden sich Wasserleitungsschächte mit Wasserabsperrarmaturen.

- einem Löschwasserleitungsnetz und -anlage. Das System besteht aus Stahlrohrleitungen DN 300-200, die an die Kreislaufsysteme des Kraftwerksblocks Nr. 2 angeschlossen sind. In den Netzen befinden sich Wasserleitungsschächte mit Feuerhydranten und Absperrventilen. Die Feuerlöschung und Anfangsdruckhaltung im Netz werden von der Feuerlöschpumpen in BNS-3 und BNS-4 durchgeführt. Dabei wird für jeden Kraftwerksblock ein eigenes Ringnetz ausgelegt. Jedes Ringnetz des Kraftwerksblocks ist mittels Absperrventilen an das benachbarte Ringnetz angeschlossen, ggf. kann eine Notlöschwasserversorgung eines Kraftwerksblocks von einem anderen Kraftwerksblock erfolgen;

- einem Netz und einer Anlage der Schmutzwasserkanalisation in der nicht kontrollierten Zone. Das System besteht aus Freispiegel- und Drucknetzen. Die Freispiegelnetze mit einem Durchmesser von 150 mm leiten das Abwasser in die Abwasserförderpumpstationen KNS-1 und KNS-2 ab, von denen das Abwasser im Druckbetrieb in das gleichnamige Netz der Kraftwerksblöcke Nr. 1 und 2 und weiter in Kläranlagen geleitet werden. Im Netz befinden sich zusätzlich zu KNS-1 und KNS-2 Kanalisations- und Inspektionsdrehschächte.

- einem Netz und einer Anlage der Schmutzwasserkanalisation in der kontrollierten Zone. Das System besteht aus Freispiegel- und Drucknetzen. Die Freispiegelnetze mit einem Durchmesser von 150 mm leiten das Abwasser in die Abwasserförderpumpstation KNS-3 ab, von der das Abwasser im Druckbetrieb ins Netz der Kraftwerksblöcke Nr. 1 und 2 und weiter in die vorhandenen Kläranlagen des Schmutzbereichs der Kraftwerksblöcke Nr. 1-4 (KASB) geleitet werden. Im Netz befinden sich zusätzlich zu KNS-3 Kanalisations- und Inspektionsdrehschächte;

- einem Netz und einer Anlage der mit Erdölprodukten verschmutzten Abwasserkanalisation. Das System besteht aus Freispiegel- und Drucknetzen. Die Freispiegelnetze mit einem Durchmesser von 400 bis 300 mm leiten das Abwasser aus den Gruben der Freiluftanlage von Transformatoren und dem Ölkühlerraum in Ölschnellablasstanks (ÖSAT) ab. In diesen Tanks befindet sich eine Pumpanlage, die im automatischen Betrieb über die Druckleitung DN 100 das verunreinigte Abwasser zur Kläranlage für ölhaltiges Abwasser abpumpt.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst. Inv. Nr.							43-814.203.004.03.13.03	Bl.
			Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum		56

Dieses System erfüllt im Freispiegelbetrieb auch die Funktion zur Ableitung des Notablasses von Turbinenraumöl in den außen befindlichen unterirdischen Tank für Turbinenöl-Notablass. In diesem System gibt es zusätzlich zu den oben genannten ÖSAT- und Turbinenöl-Notablastanks Dreh- und Inspektionsschächte;

- einem Netz und einer Anlage der betrieblichen Regenwasserkanalisation. Das System besteht aus Freispiegelnetzen, die Regenabflüsse von den Dächern der Gebäude und Anlagen des Kernkraftwerks (Blöcke Nr. 3 und 4) in den Zulaufkanal des Kühlwasserbeckens ableiten. Jedes dieser Systeme hat einen eigenen Ablauf für jeden Kraftwerksblock. Regenabläufe von den Straßen des KhKKW (Nr. 3 und 4), Wasserwege bedingt sauberen Wassers von den Räumen des Hauptgebäudes, Entleerungen von Druckleitungssystemen sind an die gleichnamigen Netze der Kraftwerksblöcke 1 und 2 und weiter durch die vorhandene Schaltkammer zur Schlammhalde zur Klärung und weiteren Verwendung im System der chemischen Wasseraufbereitung angeschlossen. Ein Teil bedingt sauberen Abwassers wird nach der Trennkammer über den vorhandenen Auslass in den Zulaufkanal des Kühlteichs geleitet;

- einem Drainagewassernetz und einer Anlage. Das System besteht aus Freispiegel- und Drucknetzen. Die Freispiegelnetze werden mit einem Durchmesser von 300 - 200 mm aus perforierten Asbestzementrohren in Kiesschüttung hergestellt. Die Abwasserpumpstationen DNS-3 und DNS-4 pumpen das Abwasser im Druckbetrieb in das System der technischen Wasserversorgung.

Inv. Nr. Origin.	Unterschrift u. Datum	_Anst. Inv. Nr.							43-814.203.004.03.13.03	Bl.
			Änd.	AnzBer.	Bl.	Dok.Nr.	Unterschr.	Datum		57