

# Komplexní obnova vodního hospodářství Elektrárny Tušimice II

V rámci komplexní obnovy Elektrárny Tušimice II (ETU II) o výkonu 4 x 200 MWe sdružení firem VA TECH WABAG Brno spol. s r.o. – SMP CZ, a.s. zahájilo práce na první etapě této obnovy v roce 2007 v rozsahu obchodního balíčku č. 04 (OB 04) – vodní hospodářství. Tento obchodní balíček se skládá ze čtyř dílčích celků – DC 28, DC 12, DC 11, DC 10.

V tomto článku popíšeme zejména DC 28 – vodní hospodářství, který je dodáván jako technologický celek a na jehož dodání se významnou měrou podílí za SMP CZ středisko 82, Divize 8 Průmyslové stavby.

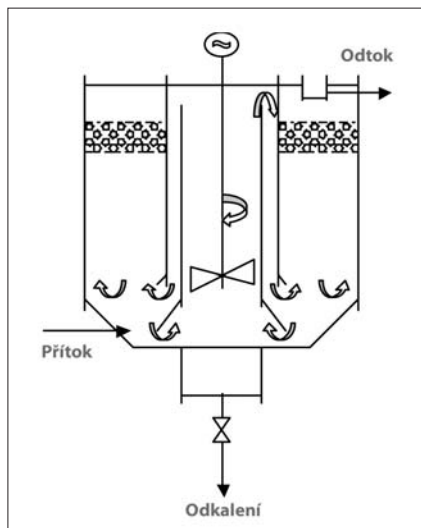
Cílem dodávky je minimalizace odpadních vod z elektrárny do Lužického potoka, při současném snížení celkové spotřeby surové vody z Ohře pro provoz ETU II. Veškeré vody, zejména odluh věžového okruhu, vody z chemické úpravy vody (CHÚV) a z odsíření jsou buď znovu vráceny do technologického procesu, nebo využívány v míchacím centru (MCP) pro výrobu deponátu. Projekt komplexní obnovy v části vodního hospodářství respektuje požadavek provozovatele na dodržení vyrovnané bilance vod a na zefektivnění vodního hospodářství ETU II. Aby došlo k požadovanému vyrovnaní bilancí vod, bylo nutné postavit v prostoru elektrárny nové stavební objekty vybavené vhodnou technologií.

## DC 28 - VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

### Čiřicí stanice surové vody

Čiřicí stanice surové vody pro doplňování do chladicího okruhu o výkonu 2 × 1 200 m<sup>3</sup> / hod.

se skládá ze dvou čiřicích reaktorů typu Akcelerator. Čiřicí reaktory jsou venkovní polozaopuštěné železobetonové válcové nádře. Plášť čiřiče tvoří železobetonové (ŽB) konstrukce s osazením speciálních prvků při betonáži. Vnitřní



Princip funkce čiřiče typu Akcelerator

vestavba je provedena z oceli tř. 11 s ochranným nátěrem odolným mediu. Pro umístění čiřicích reaktorů byly realizovány základové betonové desky.

Spodní stavba dávkovací stanice je ŽB konstrukce s chemicky odolnými obklady a nátěry. Svrchní stavba je zděná s lehkou plochou střechou těž s chemicky odolnými obklady a nátěry.

### Funkce zařízení

Voda s nadávkovanými chemikáliemi je přiváděna do centrální vtokové komory čiřiče vstupními tryskami. V čiřiči přichází do kontaktu s kalem, který uvnitř cirkuluje pomocí pomaluběžného míchadla. Z komory prochází vnější plášťovou sekcí a jako hrubě odsazená vstupuje do oblasti separace, kde dochází k oddělení nejjemnějších suspenzí. Vyčiřená voda odtéká do sběrného žlabu a dále do sací jímky v čerpací stanici chladicí vody. Přebytek kalu je shromažďován v kalovém zahušťovači a řízeně vypouštěn mimo čiřič.

Dávkování chemikálií, nádrže (rozpouštěcí, skladovací), dávkovací a stáječcí čerpadla, elektorozvodna, veškerá potřebná hygienická zařízení a zařízení pro bezpečnost práce jsou umístěna v objektu dávkovací stanice.



Pohled na vodní hospodářství

Kaly jsou odváděny do jímky neagresivních odpadů 1 000 m<sup>3</sup> k dalšímu zpracování. Tento typ čističe vyniká minimálními požadavky na údržbu a kvalitativní stálostí upravené vody při měnících se parametrech na vstupu (nárazové stavy při vysokém vnosu nerozpuštěných látek – bouřky, jamí tání apod.).

### Záchytná jímka 1 000 m<sup>3</sup>

Jímka neagresivních vod 1 000 m<sup>3</sup> je tvořena jednou otevřenou vertikální válcovou železobetonovou nádrží ø 15 m s kuželovým dnem. Nádrž má konstrukční výšku 5 m a je částečně zapuštěná do okolního terénu. Nádrž je vybavena rotačním příhradovým míchadlem s lanovým pohonem.

#### Funkce zařízení

Nádrž slouží jako provozní i záchytná. Odloučený kal z čističů, prací vody z filtrů boční filtrace věžového chladičského okruhu a prací vody z filtrace odsiřovacích jednotek jsou přivedeny do jímky, obsah nádrže je kontinuálně promícháván rotačním míchadlem. Sedimenty na dně jsou shrnovány rotačním shrabovačem, vířeny cirkulačním vodním systémem a odčerpávány ze středu nádrže kalovými čerpadly, umístěnými ve společné čerpací stanici. Vody z jímky jdou do zahušťovače.

### Zahušťovač kalů

Zahušťovací reaktor je venkovní ŽB válcová nádrž o ø 8 m a celkové výšce 9,5 m s trychtýřovitým dnem. Je vybudována na základu, který tvoří železobetonová deska kruhového tvaru s osmi betonovými sloupy po obvodu. Stěny nádrže jsou svislé, tloušťky 250 mm. Válcová plocha je složena z krátkých rovinných stěn. Dno tloušťky 350 mm je spádováno do středu nádrže, kde je podporováno středovým dřikem válcového tvaru o průměru 2 500 mm. Betonáž jednotlivých částí stavby probíhala ve 4 etapách umožňujících plynulou výstavbu. Jednotlivé části konstrukcí byly od sebe odděleny pracovními spárami.

V první fázi byla provedena betonáž středového dříku z betonu C30/37 (XA2-CI 0,20-Dmax22-S3) o průměru 2 500 mm. Betonáž byla provedena po úroveň dna nádrže. Současně byla osazena kotevní deska pro kotvení ložiska. Ve druhé fázi byla těsně nade dnem nádrže osazena průchodka pro odtok DN 200 mm a vybetonována kruhová trychtýřovitá deska o tloušťce 350 mm z betonu C30/37 (XA2-CI 0,20-Dmax22-S2) přecházející z horního líce dříku, která je po obvodu uložena na osmi železobetonových sloupech. Ve třetí fázi betonáže konstrukce byly zhotoveny monolitické ŽB svislé stěny z betonu C30/37 (XA2-CI 0,20-Dmax22-S3), navazující na obvod kruhové desky. Tloušťka stěny činí 250 mm. Pracovní spára byla umístěna v polovině výšky stěny, tj. 3 271 mm od hrany kruhové desky. Ve čtvrté fázi byla dobetonována svislá stěna do konečné výšky 6 542 mm.

Pro bednění bylo použito systémové bednění. Pracovní spáry a průchodky byly ošetřeny bentonitovým páskem. Betonová směs byla ukládána ve vrstvách max. 300 mm za stálého hutnění ponornými vibrátory.



Technologické nádrže

#### Funkce zařízení

Kal natéká trubkou shora do středového uklidňovacího válce. Kalové částice klesají usazovací prostorem ke dnu zahušťovače, zatímco uvolněná kalová voda protiproudě stoupá k přelivovému žlabu.

Přepadový žlab s nastavitelnou přelivovou hranou je vytvořen na obvodovém plášti. Ve spodní části nádrže se otáčí pozvolna svislý rošt příhradového míchadla a prořezáváním kalu uvolňuje kalovou vodu k hladině.

Ramena příhradového míchadla, pohybujícího se nad dnem, jsou opatřena soustavou šikmých radlic pro posun kalu do středové části opatřené výstupním hrdlem. Shrabovací ramena zajistí rovnoměrný pohyb kapaliny a příhodné podmínky pro shlukování částic a jejich od-sazování.

Ze spodní části nádrže je zahuštěný kal periodicky gravitačně vypouštěn do zásobní nádrže 4 000 m<sup>3</sup>. Kalová voda je gravitačně odváděna do sběrné nádrže umístěné v čerpací stanici a odtud čerpána do čističů k dalšímu využití.

### Záchytná jímka 4 000 m<sup>3</sup>

Jímka agresivních vod 4 000 m<sup>3</sup> je tvořena třemi otevřenými vertikálními válcovými železobetonovými nádržemi ø 18 m s kuželovým dnem. Nádrže mající konstrukční výšku 5 m jsou částečně zapuštěné do okolního terénu.

#### Funkce zařízení

Do sběrnice jímky jdou z provozů agresivní vody, z nichž některé jsou předfiltrovány od hrubých mechanických nečistot zavedením do bagrovacích jímek. Každá nádrž je vybavena rotačním příhradovým míchadlem (shrabovačem) s lanovým pohonem. Sedimenty na dně každé nádrže jsou shrnovány tímto shrabovačem, vířeny cirkulačním vodním systémem a odčerpávány ze středu nádrže kalovými čerpadly, umístěnými ve společné čerpací stanici.

#### Filtrace kalové vody z vodního hospodářství

K odstraňování mechanických nečistot z kalové vody, dopravované z vodního hospodářství na vlhčení popílku do míchacího centra popílku, je použit tlakový automatický samočisticí filtr Dango Dienenthal. Automatický samočisticí filtr využívá k filtraci i k čištění síta provozního tlaku média v potrubí. Proces filtrace je kontinuální, a není proto třeba zdvojení filtračních jednotek jako u klasického provedení. Proti jiným řešením má hlavní výhodu ve velké filtrační ploše, účinnosti čištění síta a možnosti nátoku hrubých nečistot až do velikosti 20 mm. Odvod nečistot z filtru (periodický) je zaveden potrubím přímo do deponátu připraveného v MCP.

### Čerpací stanice a čerpadla (dopravní, cirkulační, ostatní)

Spodní stavba objektu čerpací stanice je tvořena suchou jímkou se dnem zapuštěným cca 6 m pod úroveň terénu. Na železobetonových základech jsou umístěna horizontální čerpadla. Sběrný, rozdělovač a potrubní propojení jsou většinou umístěny na stěně. Nadzemní část objektu tvoří ocelový skelet s lehkým opláštěním a zastřešením.

#### Funkce zařízení

Čerpadla vodního hospodářství (procesní i cirkulační) jsou umístěna v objektu společné čerpací stanice. Tato čerpací stanice je společná pro obsluhu záchytné jímky neagresivních vod (jedna nádrž 1 000 m<sup>3</sup>) i záchytnou jímku agresivních vod (3 nádrže, celkem 4 000 m<sup>3</sup> – čerpadla). Čerpadla jsou horizontální kalová, poháněná elektrickým pohonem s řízením otáček frekvenčním měničem.

### Bagrovací stanice 23, 24

Stávající objekt čerpací stanice zůstal z hlediska stavební koncepce zachován. Stanice je tvořena jednodlným železobetonovým skeletem



Čerpací stanice

s vyzdívkami s osovým rozpětím 12,0 m a 4 moduly po 6,0 m, tj. systémovou délkou 24,0 m. V podzemní železobetonové části jsou sériově řazené bagrovací jímky 70 a 35 m<sup>3</sup> se spádovými výplňovými betonovými konstrukcemi, havarijní akumulační jímka 320 m<sup>3</sup> a dělená strojovna čerpadel. Podzemní podlaží je na kótě -6,5 m.

Ve strojovně bagrovací stanice jsou osazena:

- dvě bagrovací čerpadla pro vrácení usazených nerozpustných látek zpět do vyhrnovače kotle s těmito parametry:
  - jmenovitá výtlačná výška - min. 25 m v. sl.
  - jmenovitý průtok - 835 l/min.
  - průchodnost (čerpání zmo) - min. 15 mm
- dvě čerpadla znečištěných vod pro přečerpání do jímky 4 000 m<sup>3</sup> s těmito parametry:
  - jmenovitá výtlačná výška - min. 45 m v. sl.
  - jmenovitý průtok 1 200 l/min.

Z vyrovnávací přepadové jímky jsou osazena:

- dvě čerpadla pro přečerpání čistých odpadních vod do věžového chladicího okruhu s těmito parametry:
  - jmenovitá výtlačná výška - min. 25 m v. sl.
  - jmenovitý průtok - 7 500 l/min.

#### Funkce zařízení, související technologie

Znečištěné odpadní vody z kotelny (přepady vynašečů, úkapy, oplachy, atd.) jsou přiváděny stávajícím kanálem do bagrovací čerpací jímky č. 1 o objemu 75 m<sup>3</sup>. Částice strusky nebo neprohořené uhlí, unášené vodou, v jímnice sedimentují a za spolupůsobení sacího efektu bagrovacího čerpadla jsou transportovány do vodních uzávěrů kotlů.

Základním cílem tohoto řešení je zbavit odpadní vody z kotelny usaditelných částic a ty pak odstraňovat spolu se struskou z vynašečů systémem dopravy vedlejších energetických produktů (VEP). Znečištěná voda je využívána v cirkulačním okruhu ke zpětnému unášení dalších částic do bagrovací jímky. Okruh musí být kontinuálně doplňován o vodu vázanou na strusku transportovanou z vynašečů.

Nadbilanční vody (při přítocích přesahujících výkon bagrovacího čerpadla) jsou zčásti akumulovány v jímnice č. 1, po usazení hrubších nečistot přepadávají do jímky č. 2, odkud jsou čerpány do záchytné jímky odpadních vod o objemu 4 000 m<sup>3</sup>. Vody oteplené jsou soustředovány a po vychlazení zavedeny do vyrovnávací jímky, odkud jsou přečerpávány do vratných řádů chladicí vody ve strojovně. Na rozdíl od DC 28 vodní hospodářství, kde až na objekt bagrovací stanice 23, 24 byly všechny další objekty nově vybudovány a osazeny novou technologií, obsahem dodávky ostatních DC OB 04 bylo zčásti provedení oprav a rekonstrukce stávajících strojů a zařízení a zčásti dodávka nového zařízení. Opravy a rekonstrukce jsou mnohdy daleko náročnější na volbu technologií provádění a na organizaci práce než dodávky zařízení nových. Toto pravidlo potvrdily zejména rekonstrukce chemických a neutralizačních nádrží, na které jsou z hlediska provozování kladeny mimořádné nároky.

#### DC 12 - CHEMICKÁ ÚPRAVA VODY (CHÚV)

CHÚV zajišťuje zejména výrobu vody požadované kvality pro potřeby ETU II. Chemická úprava vody vyrábí z předčištěné a vyčiřené říční vody demineralizovanou vodu pro napájení kotlů.

Demivoda je pro potřeby elektrárny uložena v demináčích. Odpady z CHÚV jsou svedeny do neutralizačních nádrží. Součástí této technologie je také sklad zásobních nádrží chemikálií.

#### Opravy zásobních nádrží skladů chemikálií

Ve skladu chemikálií byla u pěti z devíti ocelových nádrží o objemu od 2,25 m<sup>3</sup> do 80 m<sup>3</sup> provedena celková oprava a čtyři nádrže byly vyměněny za nové. Vzhledem k zajištění provozu ETU II byla dodávka díla rozdělena na dvě etapy. První obsahovala rekonstrukci stávajících zásobních nádrží, druhá etapa výměnu starých zásobních nádrží za nádrže nové.

Opraveny byly dvě zásobní nádrže na HCl o objemu 80 m<sup>3</sup>, zásobní nádrž na NH<sub>4</sub>OH o objemu 80 m<sup>3</sup> a dvě zásobní nádrže na Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> o objemu 16 m<sup>3</sup>.

S ohledem na dosažení kvalitativních parametrů byly nádrže demontovány a následně zrekonstruovány. U všech nádrží bylo opraveno jejich uložení, vnitřní pogumování bylo vyměněno ze 100 %, opraveny byly ze 100 % vnější nátěry včetně barevného značení a popisu. Nová tepelná izolace včetně opláštění byla navíc provedena u zásobní nádrže NH<sub>4</sub>OH.

Ve druhé etapě byly dodány a provozovány nové zásobní nádrže na NaOH a na Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> a na HCl, všechny tři o objemu 80 m<sup>3</sup> a jedna nádrž NH<sup>4</sup>OH o objemu 24 m<sup>3</sup>.

#### Opravy neutralizačních nádrží

Tři neutralizační nádrže, každá o průměru 3,5 m, výšce 17,78 m a o objemu 157 m<sup>3</sup>, byly kompletně zrekonstruovány. Na rozdíl od oprav zásobních nádrží skladu chemikálií probíhala rekonstrukce bez demontáže nádrží. Postup respektoval požadavek na provozování vždy dvou nádrží pro zajištění fungování technologií v rámci CHÚV ETU II.

U všech neutralizačních nádrží byla ze 100 % provedena protikorozní ochrana (PKO) - vnější nátěr, izolace a oplechování včetně barevného označení a popisu, zcela byl zrekonstruován vnitřní povrch nádrže provedením 100% PKO. Podle požadavků investora a generálního dodavatele musí vnitřní nátěr neutralizačních nádrží odolávat PH 2 - 11.

Rekonstrukce vnitřních nátěrů byla náročná. Po zvolení vhodného systému byl vypracován Technologický postup provádění PKO interiéru neutralizační nádrže. Uvnitř nádrže vyrostlo lešení a vnitřní povrch byl zbaven ostrých a hlubokých vrubů. Případné důlky a krátery byly pozvolně otevřeny, aby tryskání a nátěr mohly při aplikaci proniknout do celého prostoru. Následně byl povrch otryskán.

Uvnitř nádrže byla na začátku prací zhotovena kontrolní plocha (KP) podle ČSN EN ISO 12944-7. O této ploše byl proveden zápis do formuláře o KP podle ČSN EN ISO 12944-8. Současně byl ke kontrolním účelům v prostoru interiéru nádrže zavěšen plech o rozměrech 300 × 300 mm a tloušťce 5 mm. Na tomto vzorku byl aplikován celý systém a byl vytvrzen v podmínkách nádrže.

Nátěry byly ve všech vrstvách provedeny nej-

prve na stěnách a stropu a po provedení inspekce (včetně testu bezpórovitosti) a předání byla opatrně provedena demontáž lešení. Potom byly provedeny nátěry dna a prvního lubu. Po provedení inspekce a testu bezpórovitosti byla zákazníkovi, resp. generálnímu dodavateli předána i tato část, a tím i celá PKO interiéru neutralizační nádrže.

#### Opravy deminadrží



Chemická úprava vody

Stávající deminadrž byla nahrazena nerezovou o průměru 9,0 m, výšce 15,0 m a objemu 810 m<sup>3</sup>. Montáž nádrže na demivodu byla provedena v několika etapách. V první etapě byla provedena montáž dna. Na předem připravený základ a nerezový rošt byly pomocí autojeřábu rozneseny díly dna a následně sestaveny.

Ve druhé etapě byla provedena montáž střechy. Na dno byla narýsována kružnice o průměru nádrže a podle této kružnice byl namontován prstenec šířky 375 mm. Do středu nádrže byl umístěn středový kruh. Pomocí autojeřábu byly nastehovány jednotlivé segmenty střechy a průlez. Střecha byla svařena metodou Metal Inert Gas (MIG). Po svaření byla střecha odložena na plochu vedle nádrže. Třetí etapou byla montáž pláště nádrže. Podle kružnice byl sestaven druhý prstenec šířky 1 500 mm, na který byla přenesena střecha nádrže.

Druhý prstenec byl rovněž svařen metodou

MIG. Z vnitřní strany pláště byly postaveny šroubové zvedáky, jejichž pomocí byl hotový díl nádrže zvednut o 1 500 mm. Na nádrž byl pomocí otočného ramene nastehován a zavařen další prstenec. Tímto způsobem byla sestavena celá nádrž. Nádrž byla opatřena příslušnými hrdly a průlezem. V průběhu montáže probíhaly vizuální a kapilární zkoušky těsnosti a bylo provedeno

šest snímků RTG T svarů. Po smontování byla nádrž zateplena a opláštěna.

#### Bloková úprava kondenzátu

Nedílnou součástí komplexní obnovy elektrárny je úprava kondenzátu, která umožňuje kontinuálně upravovat (čistit) vodu parovodního okruhu. V prostoru hlavního výrobního bloku realizovala firma Wabag montáž technologického zařízení úpravy kondenzátu (BÚK) pro blok č. 23 a 24. V podstatě se jedná o vybudování a dodání nových BÚK sestávajících z dvoukomorových směsných filtrů s externí regenerací, včetně čerpadel a veškerého příslušenství. Totéž bude realizováno pro bloky č. 21 a 22 II. etapě.

#### Dávkování kyslíku

Pro zlepšení antikoročních vlastností potrubí zařízení je do napájecí vody dávkován plynný kyslík. V rámci KO ETU II bylo dodáno a nainsta-

lováno nové zařízení pro dávkování plynného kyslíku do vodního okruhu.

#### DC 11 - ČERPAČÍ STANICE SUROVÉ VODY

Stanice je vybudována na levém břehu Ohře a je určena pro čerpání surové vody pro ETU II. Voda je přiváděna kanálem do sací jímky čerpadel. Čerpadla surové vody přečerpávají vodu výtlačnými řády do vodojemu ETU II. V rámci dodávky se jednalo o drobnou výměnu zařízení, tzn. kalových čerpadel, potrubí a spojovacího materiálu.

#### DC 10 - ČERPAČÍ STANICE CHLADÍČÍ VODY

Tato stanice zajišťuje chladicí vodu pro kondenzátory čtyř turbín o výkonu 4 × 200 MWe. Samostatnou část čerpačích stanic tvoří tzv. požární čerpačích stanice. Výstup z požární stanice je proveden nízkotlakým a vysokotlakým řádem. Nízkotlaký řád je provozován s tlakem 0,5 MPa a zajišťuje venkovní rozvod požární vody. Vysokotlaký řád je provozován s tlakem 0,9 MPa a zajišťuje rozvod požární vody pro výrobní bloky. V prostoru objektu čerpačích stanic chladicí vody byla v I. etapě zrekonstruována dvě regulační čerpadla 6-DR-35 vertikálního provedení (druhá dvě jsou předmětem II. etapy) a vyměněna všechna čerpadla požární vody typu 80-CVEV-200 a 200-CVEV-350, včetně příslušenství.

#### Závěr

Ukončením montáže díla začalo uvádění do provozu, které probíhá po etapách. Úspěšně skončilo předkomplexní vyzkoušení, komplexní vyzkoušení a v současné době probíhají komplexní zkoušky díla na blocích č. 23 a 24. První etapa Komplexní obnovy Elektrárny Tušimice II se blíží ke svému konci. Připravujeme dokumentaci skutečného provedení KO ETU II, I. etapy. Nic nenásvědčuje tomu, že by cíle, se kterými Sdružení Wabag – SMP CZ práce provádělo, nebyly splněny. Nyní je v plném proudu příprava na zahájení II. etapy KO ETU II.

Pavel Cihlár,  
cihlarp@smp.cz  
SMP CZ, a.s.



#### Complete reconstruction of water management of the Power Plant Tušimice II

Within the complete reconstruction of Power Plant Tušimice II with the output of 4 x 200 MWe, the consortium of companies VA TECH WABAG Brno spol. s r.o. – SMP CZ, a.s. commenced the works on the first stage of this reconstruction in 2007 within the scope of the business package No. 04 – water management. The business package consists of 4 partial sections – DC 28, DC 12, DC 11, DC 10. This article describes mainly section DC 28 – Water management which was supplied as a technological unit and its supply is a significant participation of SMP CZ branch 82, Division 8 Industrial structures.

#### Комплексная реконструкция водного хозяйства электростанции Тушимице-II

В рамках комплексной реконструкции электростанции Тушимице-II мощностью 4 x 200 МВт ассоциация фирм ООО „VA TECH WABAG Brno“ – АО „SMP CZ“ начала работу на первом этапе этой реконструкции в 2007 году в объеме коммерческого проекта № 04 – „Водное хозяйство“. Коммерческий проект состоит из четырех частей – DC 28, DC 12, DC 11, DC 10. В этой статье, главным образом, описана часть DC 28 – „Водное хозяйство“, которая поставляется в качестве технологического блока. Существенную роль в его поставке сыграл филиал 82, дивизия 8 „SMP CZ“ – „Промышленные постройки“.