

I. 鉄鋼業

ーロシア・ヨーロッパ部の冶金工場ー

1. ノヴォリペツク冶金コンビナート

公開株式会社ノヴォリペツク冶金コンビナート（NLMK）は世界有数の冶金コンビナートであり、生産量の点でロシア第3位の鉄鋼メーカーである。同社は幅広い種類の鋼板の生産に特化している。同社はロシア・ヨーロッパ部中央のリペツク市にあり、ヨーロッパ最大の鉄鉱山（クールスク磁気異常帯）に近い。コンビナートはロシアで最も交通網が発達した地域にあり、需要家にとって戦略的に有利な位置に所在している。同社は輸出市場（バルト海港及び黒海港）に容易にアクセスすることができる。

生産上の特徴 NLMK は鉄鋼生産の一貫サイクルを備えている。生産施設の構成には選鉱・焼結・コークス化学部門、高炉部門、製鋼部門、熱間・冷間圧延材部門、亜鉛メッキ・ポリマー被覆鋼材部門が含まれている。同社はロシア鉄鋼業界の中で最新の生産基盤を保有している。すべての鋼の生産は酸素転炉法によりビレット連続鑄造機で造塊する方法で行われている。同社はロシア全体の鋼の14%、圧延鋼板の24%を生産している。NLMK はヨーロッパ最大の電気機器用鋼材メーカーである。同社はロシア最大の市場向けスラブメーカーであり、鋼帯（鋼管生産用の半製品）の最大手メーカーのひとつである。圧延鋼板の生産構成において NLMK はロシアの鉄鋼会社の中で冷間圧延材に関して最大のシェアを持っている。NLMK がロシアの鋼板市場に占めるシェアは18%、ポリマー被覆鋼材市場に占めるシェアは65%である。同社がロシア国内市場で占めるシェアは熱間圧延材では17%、冷間圧延材では24%、亜鉛メッキ鋼材では14%に達している。NLMK はロシア最大の輸出メーカーのひとつとなっている。

ノヴォリペツク冶金コンビナートー写真で見る生産施設



高炉鑄造場



熱間圧延機



熱間圧延部門の炉



溶融亜鉛メッキ装置

開発された新技術

1.新しい廃棄物発生抑制技術 NLMK の専門家は国立リペツク技術大学の研究者と共同で、高炉スラグの処理過程における有害硫化ガス放出物形成の大幅削減を可能とする新技術を開発した。現在、溶融スラグ利用の際、有毒な硫黄化合物を無毒化するための最も利用が容易で経済的にも妥当な方法とされているのは、特殊な試薬でスラグの化学組成を調整する方法である。この新技術のユニークな点はスラム、ダスト及びスケールといった鉄鋼生産に伴う廃棄物を試薬として利用できるという点にある。これらを様々な方法で液体スラグに添加すると、高炉工場だけでなく、それに引き続くあらゆるスラグ処理段階において気体硫黄化合物の発生が大幅に減少する。この技術の導入によって硫化水素放出量を 12 分の 1 に、無水亜硫酸放出量を 27 分の 1 に削減することが可能となる。高炉スラグの処理が居住地区に近い野外で行われていることも考え合わせると、この新技術によって大気に対するプロセスフローの影響を著しく低減することができる。それと同時に、利用困難とされている冶金工程からの廃棄物をプロセスフローの中で二次利用することがこれによって可能となる。現在、NLMK ではコンビナート内のすべての炉に試薬添加装置が備え付けられている。

2.Volkswagen の規格に基づく圧延材生産技術 ドイツの Volkswagen(以下 VW) コンツェルン傘下のチェコ自動車工場 Skoda Auto 向け亜鉛メッキ鋼材の生産技術が NLMK で開発された。金属製品は品質要求事項が他よりも高い欧州規格 EN 10142 に基づいて製造されており、VW の社内規格に完全に適合している。溶融亜鉛メッキ鋼材は NLMK で生産されている極低炭素鋼 01YuT を母材として製造されている。01YuT はチタンが微量添加され、高い可鍛性を備えている。いわゆる IF 鋼の等級に分類されているこの鋼種は従来の低炭素鋼よりも炭素含有率が少なく、その率は 1%の何千分の 1 という単位となっている。鋼からの炭素除去は第 1 酸素転炉工場液体金属を真空処理する方法で行われている。Skoda Auto 向け亜鉛メッキ鋼材の生産方法の特徴は、電気腐食テクスチャリン

グ装置で加工された作業ロールによって鋼帯のスキンパス圧延を行うという点にある。Skoda Auto の担当者の評価によると、01YuT 鋼を材料として新技術によって製造された NLMK 社製溶融亜鉛メッキ鋼材の試験ロットは世界の先進的メーカーの金属製品にまったく劣らない。

3.修理工場でのユニークな設備生産の展開 NLMK 修理工場は鋼帯への静電塗油装置を開発した。この技術においては防錆剤の吹き付けが静電場内で行われ、従来の噴霧塗装法とは異なり、圧延材の面全体へのオイル被膜の均等な塗布が確保される。その際、マイクロプロセッサ技術を利用して鋼帯のあらゆる速度変化をコントロールし、被処理材に求められるプロセスパラメータに厳密にしたがって塗油を行うことができる。その結果、この新技術によって輸送・保管時における鋼材の防食という問題がより効果的に解決される。NLMK は Sundwig 社と共同で冷延鋼帯の製造・検査プロジェクト（年産能力 40 万 t）を実現した。

4.高炉部門での新技術の採用 NLMK 内で最大の能力を備える 6 号高炉の熱風炉及びその他の高炉熱風炉の大修理が実施された。炉内に送られる酸素富化空気の加熱装置に NLMK の専門家によって開発された新技術が採用された。耐火煉瓦積み構造を改良したことにより、燃焼室内における空気流の均等な分布が実現し、空気の加熱温度を上昇させることが可能になった。見積計算によると、この新技術により空気を 1,240℃まで加熱することができる。これだけの高温条件下で稼働した場合、製錬される銑鉄 1 t 当たりのコークス消費量を約 2.5%削減し、銑鉄生産量を 1 日当たり 46 t 増加させることができる。燃料燃焼が改善されること、また装置内部に特殊な金属製保護シールドが採用されていることにより、炭素酸化物の大気放出をほぼ完全になくすことができる。

5.連続溶融亜鉛メッキ装置への機器据付作業の開始 年産能力金属 34 万 t のこの装置の稼働が開始されると NLMK は毎年年間約 90 万 t の亜鉛メッキ鋼材を生産することが可能となり、この製品の国内メーカー市場においてトップの地位を占めることができる。新たな装置は厚さ 0.4~4.0mm の亜鉛メッキ鋼材の生産を用途とする。この設備の能力を活かし、NLMK は厚さ 1.5~4.0mm の熱延酸洗鋼帯を材料とする亜鉛メッキ鋼材の生産を CIS 諸国の各社に先駆けて開始することができる。この種の製品は建設用の支持金属構造物の製造に使用されているが、現在は外国からロシアに供給されている。現時点では生産棟の建設が既に完了し、エネルギー供給系統の引き込み作業が終わり、第 1 期設備の

据付が開始された。建設・据付作業はイタリアの Danieli 社が担当している。費用約 7,000 万ユーロのこのプロジェクトは 2005 年下期に実現する予定である。

6.ユニーク設備の導入 NLMK は電気機器用異方性鋼の生産に際してユニークな溶接機が使われるロシア最初の鉄鋼企業となろうとしている。その稼働によって鋼帯の溶接時間をほぼ 3 分の 1 に短縮するとともに、圧延材電気絶縁被覆装置の年産能力を 2000～2500 t 増加させることができる。同社のエンジニアがサマラレーザー技術センターと共同で開発した装置は既に試作機試験に合格している。この装置ではディスク電極による従来型の抵抗溶接の代わりに、レーザーを使用した新たな原理による点溶接方式が利用されている。この方式によると鋼帯のより良質な継手を得ることが可能となり、その継手の強度はベース金属の強度の 90%を下回らない。絶縁特性の高い被覆を持つ電気機器用異方性鋼は汎用変圧器の鉄心製造に用いられる。NLMK は現在、毎年約 12 万 t の電気機器用異方性鋼を生産している。

7.鋼板圧延部門の近代化 NLMK の鋼板圧延部門では熱延鋼帯表面からのミルスケール除去に用いられる連続酸洗装置(能力 182 万 t)の大改修が終了した。近代化によって装置の年産能力を 44 万 t 増加させ、生産される製品の品質を改善することが可能となった。改修の過程でプロセスラインに外国製の新たな自動溶接機が導入された。その稼働により、それ以降の処理の際に要求される溶接継手の機械的特性を確保すると同時に、鋼帯の溶接時間を 3 分の 1 ほど短縮することができる。鋼帯の酸洗速度が安定化し、これによって圧延材の表面品質が改善される。以前、この種の溶接機は鋼板圧延部門の冷間圧延機に設置されていた。第 2 鋼板圧延工場では改修後、鋼帯の電気絶縁被覆装置の稼働が開始された。改修の過程で鋼帯電気加熱装置が天然ガス加熱方式に転換された。これによって鋼帯の表面品質が改善され、エネルギー消費量が 20%削減され、装置の生産性が向上する。同社では将来的にもう 1 系列の同種の生産ラインが改修されることになっている。改修によって最高級種の変圧器用鋼材(3408 及び 3409)の生産量を大幅に増加させ、この金属製品に対するユーザーの需要により完全に応えることができるようになる。

8.コークス化学部門の化学処理区域の改修 NLMK では 1～4 号コークス炉の化学処理区域の改修が開始された。これによりコークス化学部門に最新式の設備基盤を装備し、装置の安定的稼働と環境安全性を確保することができる。

9.焼結部門の近代化 NLMK の欧州最大の焼結施設では 1 号焼結機（年産能力 300 万 t 以上）の大改修が終了し、焼結鉍の年生産量を 4 万～5 万 t 増加させ、製品の品質向上を図ることが可能となった。この焼結機のコンベヤ 2 基が交換され、エネルギー設備の近代化が行われた。さらに、鉄鉍石原料焼結用の新たな高生産性装置がこの焼結機に装備された。この装置は NLMK の専門家によって開発されたもので、既に焼結部門の別の焼結機に導入されて順調に稼働している。

10.鋼板圧延部門の改善 コイル切断装置の改修が終了し、生産性を 1.4 倍の年間 35 万 t に増加させ、また設備の性能を拡張して金属製品の消費特性を高めることが可能となった。改修の過程でコイル切断装置の機械部分に最新式の輸入機器を導入したことで鋼帯（厚さ 1.0～4.5mm、幅 50～1850mm）の縦切断の品質を高め、出口におけるコイルの最大重量を 30 t まで引き上げることができた。NLMK の専門家によって開発された鋼帯静電塗油装置がコイル切断装置のプロセスフローに導入された。静電塗油装置の稼働によって輸送・保管時における鋼材の防食という問題がより効果的に解決される。

11.製鋼部門への最先端技術の導入 NLMK の酸素転炉部門には 2005 年に銑鉄脱硫装置 2 基からなる新たなシステム（総年産能力 380 万 t）が装備されることになっている。これにより硫黄分の低い金属の割合を 2 倍以上に増加させ、品質特性が改善された鋼材の品目を拡大することができる。液体銑鉄の硫黄分低減は多成分脱硫剤の使用によって達成される。溶湯の処理は転炉製錬の前に製鋼部門の取鍋で行われる。同社最初の銑鉄脱硫装置が稼働を開始する。新生産設備の始動により低硫黄分（0.005%以下）を確保しながら年間 700 万 t の銑鉄を処理することが可能となる。

12.製鋼部門の近代化 NLMK の酸素転炉工場では改修後、高品質鋼年間製錬能力約 40 万 t の金属真空処理装置が稼働を開始した。装置の始動により、NLMK の発電機用ケイ素鋼板の約 60%が先進的な新技術を利用して生産されることになる。また、同社の生産能力は特に複雑な自動車部品の生産に用いられる IF 鋼の国内市場需要を完全に充足するだけでなく輸出も行えるほどになる。金属真空処理技術は極低炭素鋼（炭素含有率 0.005%以下）の製造、鋼中の窒素・水素含有率の低減、鋼からの非金属介在物の除去を目的として利用される。これにより電気機器用鋼材の電磁特性が著しく向上し、所定の特性を持った鋼材を得ることが可能となるが、これが IF タイプの鋼種にとって重要な点となっている。

装置の稼働により年間約 25 万 t の IF 鋼冷延材及び亜鉛メッキ鋼材の生産が可能となる。この改修により、金属真空処理装置を年間 15 万 t の発電機用ケイ素鋼板を生産する目的で利用することもできるようになった。その結果、引き続き各工程のエネルギー消費量を大幅に節減し、最高級種の鋼材生産量を拡大することができる。近代化された装置には新たな輸入設備（より大出力の真空ポンプ、鋼中の炭素を 0.003%以下まで低減させるための装置（羽口））が備え付けられている。改修によって装置の生産性が 1.5 倍に上昇し、真空処理サイクル時間が平均して 12～28%短縮された。

13.高炉部門の近代化 NLMK の高炉部門では能力の点で 2 番目に位置する 5 号高炉（銑鉄年産 270 万 t 以上）の鑄床に設置されている吸気システム（ガス清浄化システム）の改修が開始された。費用 4 億 2400 万ルーブル以上のこの環境プロジェクトの実施によって従業員の労働条件を大幅に改善し、環境に及ぼす高炉部門の影響を大幅に低減し、この装置をヨーロッパで最も環境に安全な装置とすることができる。この改修では高効率電気フィルタ及び自動モニタリングシステムの設置を含め、鑄床設備の建設が予定されている。新技術の利用によってガス清浄化システムの稼働効率は 1.5～2 倍になり、高炉製錬作業は環境損失をほとんど引き起こすことなく行われるようになる。

2. セヴェルスタリ・グループ鉄鋼事業部門

セヴェルスタリ・グループは、冶金、自動車産業、鋳業その他の部門の企業を事業対象とするロシアの巨大産業持ち株会社であり 120 社の経営・統治に参加。年間総取引額は 31 億ドル。戦略的投資家であり、ロシア経済に対する毎年の投資額は 5 億 4,000 万ドルを上回る。巨大な雇用主であり、15 万人が持ち株会社の傘下企業で働いている。ロシア連邦の 13 の連邦構成主体（共和国など）にプレゼンスを持ち、効率的な統治システムを持っている。

セヴェルスタリ・グループの設立は、ロシア最大の鉄鋼企業であり 1955 年以來の歴史を持つチェレポヴェツ冶金コンビナートの権利承継人である公開株式会社セヴェルスタリのダイナミックな発展によってもたらされた。

コンビナートへの原料供給を確保するため、鉄鉱石ペレットを生産しているカレリアペレット社（カレリア共和国）、オレネゴルスク採鉱・選鉱コンビナート（ムルマンスク州）、またそれより後に公開株式会社・石炭会社「クズバスウゴリ」（ケメロヴォ州）といった採鉱企業が買収された。

事業の経済的持続性をさらに高めるため、2000 年には生産多角化とセヴェルスタリ・グループ設立に向けた動きが活発化した。

2000～2001 年にはさらにウリヤノフスク自動車工場とザヴォルジエモーター工場が会社グループ・公開株式会社セヴェルスタリに加わった。自動車企業の資産経営へのセヴェルスタリの参加は、生産される金属のより良質な加工・販売を図る上でも有益であった。垂直統合型グループの発展を推進するとともに、ロシア自動車産業向けの製品、またグループ内自動車事業部門のための製品品目を拡大するという戦略に基づき、公開株式会社セヴェルスタリは 2002 年にヨーロッパのコンツェルン、アルセロール社 (Arcelor) との合弁によって亜鉛メッキ被覆自動車鋼板の生産企業を設立した。

セヴェルスタリは既にその数年前から、事実上、鉄鋼生産サイクル全体だけでなく、本業以外の事業 (自動車製造、原料及び輸送) をも統合する垂直統合型の持ち株会社となっていた。2001 年の総取引額は約 25 億ドル、従業員数は約 15 万人に達した。再編が行われ、その結果、セヴェルスタリの資産は鉄鋼事業部門、原料事業部門、自動車事業部門に分割された。

鉄鋼事業部門は、持ち株会社の機構の根幹と中枢をなす最大の事業部門である。グループ全体の年間取引額の約 3 分の 2、利益額の 90% 近くをこの事業部門に属する企業が占めている。グループの中心企業は公開株式会社セヴェルスタリである。同社の経営機構が鉄鋼事業部門全体の統治機能を遂行している。その他に、公開株式会社チェレポヴェツ鋼圧延工場、フランスのアルセロール社との提携関係の中で設立された合弁企業セヴェルガル、株式会社 (コーポレーション) "Severstal North America, Inc."、非公開株式会社イジョラタービン工場、ならびに冶金コンビナートの機構から分離した子会社である有限会社セヴェルスタリ・エマリ及び有限会社セヴェルスタリ・メベリが鉄鋼事業部門を構成している。この事業部門の企業では約 5 万 3,000 人が働いている。セヴェルスタリ・グループ鉄鋼企業が持つ潜在力はきわめて大きく、将来、この事業部門は合併・吸収によって国内のみならず国際的スケールで成長してゆく可能性を持っていると考えられる。

次に鉄鋼事業部門の主要企業について説明する。

1) 公開株式会社セヴェルスタリ

セヴェルスタリは鉄鋼生産一貫サイクルを備えるコンビナートである。生産施設にはコークス化学、焼結、高炉、製鋼及び圧延の各部門が含まれる。

焼結部門 高炉用の焼結鉱が生産される。同部門は 2 つの焼結工場からなり、その構成には焼結面積 92m² の焼結機 6 基、焼結面積 312m² の焼結機 2 基、装入物前処理工場 2 つが含まれている。

コークス化学部門: コークス化学部門には年間 627 万 5,000 t の石炭を処理する

石炭前処理工場及び選炭工場、年間 400 万 t のコークス供給能力を持つコークス炉 7 基が含まれる。

高炉部門 容量 1,007~5,300m³ の高炉 5 基からなる。原料は自溶性焼結鉱と高品質ペレットである。当部門は年間 1,000 万 t の銑鉄生産能力を持っている。

電気製鋼部門 Fuchs 社（ドイツ）の技術に基づき、装入物をシャフト炉で予熱し、金属をレードル・ファーネス内で処理する方式による製鋼法が利用されている。年産能力は鋼 110 万 t。

転炉部門 容量 350 t の転炉 3 基、金属仕上げ精錬装置 3 基、鋼真空処理装置、銑鉄脱硫装置を備える。

造塊部門 2 ストランド曲線型ビレット連続铸造機 5 基、ビレット連続铸造機 2 基（6 ストランド条鋼連続铸造機 1 基、2 ストランドスラブ連続铸造機 1 基）がある。

圧延部門 粗圧延工場、鋼板圧延工場 3 つ、条鋼圧延工場、軽量形鋼・冷延鋼板工場が含まれ、年産能力は圧延材約 1,000 万 t。

セヴェルスタリ社は鉄鋼生産一貫サイクルを備える企業であり、その製品は熱間・冷間圧延鋼材、軽量形鋼、鋼管、条鋼、多種多様なコークス化学製品及び副産品など、幅広い種類にわたっている。ロシア最大の輸出企業であり、最も多数の外国顧客企業、また貿易相手国の最も広い地理的分布を持っている。2005 年 1 月から高張力・耐久性の熱延溶接鋼材種である 18KhGNMFP、14KhG2SAFD、16KhGN2FBR、13KhG2NDF（厚さ 8.0~50.0mm）の生産設備更新を行っている。これらの鋼種はスウェーデン・HARDOX WELDOX 社の鋼種の同等品である。セヴェルスタリ社の販売戦略は、より加工度の高い製品の生産を目指す大形プロジェクトを実施することによって国内市場のシェアを拡大することに置かれている。

技術プログラム セヴェルスタリ社の技術政策は次の 3 つの方向で進められている。すなわち、産業安全と環境保護；投資プログラムの策定・実施；技術開発と製品展開（生産される製品の品質管理、経営活動の効率向上を目指す組織的・技術的措置に関する総合プログラムの策定・実施）である。

主な投資分野のひとつに、新たな製品品目の生産、造船、燃料・エネルギー産業、自動車産業などのセクターを含む各種市場における同社の地位強化を目的とする生産設備近代化プログラムがある。このこととの関連から銑鉄脱硫装置の稼働開始、また転炉部門の生産設備改修が特に重要な意味を持っている。

圧延材の高い品質特性を確保するため、セヴェルスタリ社は 2003 年に連続

鑄造機のうち1基の抜本的改修作業を開始した。

「燃料・エネルギープログラム」の枠内で鋼板圧延機、とりわけ第3鋼板圧延工場「圧延機5000」の設備更新プログラムが引き続き実施される。これは大口径管製造用の高品質ストリップの供給を目的としている。同社の2012年までの事業計画書ではコークス化学部門及び高炉部門の生産設備改修に関する大量の作業が予定されている。

IF鋼を母材とする自動車産業向け製品の生産準備の推進に関連していくつかのプロジェクトが立てられている。それは第一に、自動車用被覆鋼板（自動車の表側部品など）の生産推進に関するもので、これによって国内自動車メーカーは輸入圧延材の供給代替を行うことが可能となる。セヴェルスタリ社と自動車産業分野の同社ユーザー双方の生産効率向上を目的として、熱延酸洗金属の生産準備プロジェクトが実施されている。自動車メーカーにとってこれは重要なプロジェクトである。高価な金属をより低価格の、しかし同一の強度特性を持つ製品に代替することができるようになるからである。

新製品開発の分野では同社は従来型の鋼材の生産を引き続き行っているが、しかしより高い特性を持つ鋼材に転換を進めている。それは極北地方や腐食環境の条件下で使用される強度等級 Kh-70、Kh-80 の鋼管製造用の耐食性・耐寒性鋼材である。

生産効率の向上を図るため、セヴェルスタリ社は毎年「組織的・技術的措置総合プログラム」を策定し、実施している。

プロジェクト セヴェルスタリ社は知的財産権市場における最大の開発者であり技術供給者である。取得した発明特許数の点で同社はロシア鉄鋼業界の最高位に位置している。特許を取得した発明は、主として新たな鋼種、その生産のための新技術、冶金設備の改良、新型装置の設計に関する発明である。

セヴェルスタリ社の2012年までの投資プログラムの規模は10億ドルと見積もられている。このプログラムではより高度の製品、とりわけ高品質鋼板（被覆鋼など）への品目構成の転換に目標が設定されている。同社はこれらの目標を2つの主要分野と関連づけて達成しようとしている。その1つは自動車産業用亜鉛メッキ鋼材の生産に関する合弁企業セヴェルガルとアルセロール社欧州グループとの合弁プロジェクトである。もうひとつの分野は大径鋼管用ストリップの生産である。現在、ポリマー被覆工場の建設が完了段階にある。ラインは溶融亜鉛メッキ被覆鋼材の年産能力20万tとして設計されている。

それと同時に、外国企業の高い効率性は最新式設備や先進的技術の存在のみによって達成されているのではないという事実を世界の経験は示している。セヴ

セヴェルスタリ社はこの経験を活かし、「自らの仕事と職場、設備、そして生産サイクルの中で関係を持つ自らの同僚に対する従業員の態度の変革」を目標とするプロジェクトを導入している。「生産コンサルティング」プロジェクト及び「共通管理品質」プロジェクトの枠内で同社が導入した新基準は、その実施第1段階が既に証明しているように、多額の投資なしで生産効率の向上をもたらしつつある。

セヴェルスタリ社では「会社戦略の策定に対する既存アプローチの変革」を目標とする新プロジェクトを2002年1月から推進している。

鋼管プロジェクト これはセヴェルスタリ社の最大の投資計画のひとつである。その建設投資額は2億5,000万ドルと見積もられている。年産量はシングルシーム溶接管（管径1420mm以下、長さ18.3m以下、3層被覆）約45万tであるが、年産80万tまで拡大することが可能である。このプロジェクトには物流上の利点という特徴があり、生産施設は海港（港までの距離30km）、河川港（敷地に隣接）、鉄道（工業地区の領域内）に近い位置にある。プロジェクトのきわめて重要なメリットのひとつは、プロジェクトオーナーであるセヴェルスタリ社が所有しているパイプビレット（ストリップ）生産用の「圧延機5000」（第3鋼板圧延工場）に直接隣接しているという点である。そのため「スラブー鋼板ー大口径管」という連続的なプロセスチェーンを作り出すことができる。最初の鋼管の生産は2006年第1四半期に予定されている。

2) 合併企業セヴェルガル

合併企業セヴェルガルは公開株式会社セヴェルスタリ（持分75%）と欧州のコンツェルンのアルセロール（持分25%）によって2002年2月14日に設立された。設備購入、建設、従業員教育及び製品プロモーション費用を含めたプロジェクト予算は1億700万ドルと見積もられている。同社の年産能力は溶融亜鉛メッキ鋼材40万tである。プロジェクトの資金調達は株主による授権資本金への出資金と借入金によって行われる。セヴェルガル・プロジェクトへの9,000万ドルの資金供与に関する融資契約が欧州復興開発銀行（EBRD）との間で2002年2月に締結された。

建設・据付作業に関するゼネラルコントラクターは公開株式会社メタルグレメントである。設備供給者はCMI（ベルギー）、Konescranes（フィンランド）、NKMZ（ウクライナ）及びSSMチャジマシ（ロシア）である。

現在、生産工場とすべての補助建物の建設が既に終了し、プロセス設備の据付作業と工場全体の共通設備の立ち上げ調整作業が行われている。プロジェクト

トのこれまでの総実施費用は1億5,000万ドルに達している。

合弁会社セヴェルガルが取り組むべき次の課題は市場における製品プロモーションである。この目的でアルセロール社の同様の設備で製造した製品をロシアの自動車メーカーに供給するという「種蒔きトン (seeding tons)」プログラムが計画された。「種蒔きトン」プログラムの一環として、2002年から2005年までの期間、非公開株式会社セヴェルガル、Arcelor Auto社及びセヴェルスタリ社の代表の立会いの下に溶融亜鉛メッキ金属製品のテストロットの試験がヴォルガ自動車工場、ウラル自動車工場、ミンスク自動車工場で行われた。セヴェルガル社の「種蒔きトン」プログラムに基づいて自動車メーカーに納品された金属製品はこれまでに4,000t以上に達している。

活動において今後重要な方向となるのは将来のライン従業員の養成である。現在、セヴェルガル社の従業員数は166人である。ライン技術従業員向けの教育がセヴェルスタリ社の被覆工場を拠点として行われた。2つの研修生グループが設備供給者であるCMI社の研修センター（ベルギー）で訓練を受けた。それと並行して、Extragal社からの技術移転に関する教育がアルセロール社がフランスに持っている亜鉛メッキラインで行われた。

2004年10月、セヴェルガル社はEBRDから最後の融資トランシェを取得した。これによりEBRDから取得した借入金の総額は9,000万ドルとなった。以前のトランシェによる資金と同様、今回の資金も必要設備の建設・購入に当てられることになっている。

3) チェレポヴェツ鋼圧延工場

ロシア最大の金属製品メーカーである公開株式会社チェレポヴェツ鋼圧延工場はチェレポヴェツ冶金工場（現在の公開株式会社セヴェルスタリ）の金属製品部門を母体として1965年12月に設立された。今日、チェレポヴェツ鋼圧延工場はセヴェルスタリ企業グループに参加している。同社は鋼線、釘、鋼製ネット、溶接網、溶接材料、ロープ、機械製造用・家具用・鉄道用の止め金具、冷延鋼板、チェーン、形鋼、一般消費財など、2万6,000以上の品目・種類を生産している。工場従業員数は6,700人である。ロシア最大手200社の格付け「エキスパート200」において同社は2000年に販売額の点で105位を占めていた。2003年の同社の製品総販売量は57万8,481.5tで2002年を15%上回った。

新技術 特許取得済の圧延材梱包用テープ、高強度止め金具、ローゼットの亜鉛メッキ鋼線、鉄道レール固定用の継目板ボルト、亜鉛被覆密度240g/m²以上の導体芯線用鋼線、DIN規格に基づくロープ、新種類の軽量形鋼、亜鉛メッキサイディングボードといった新種類の製品が急速に市場シェアを伸ばしている。

チェレポヴェツ鋼圧延工場は国内外で信頼すべき有利なパートナーとして知られている。生産されている製品の24%以上が輸出されており、その高い品質は国際認証や国際賞によって裏づけられている。不断の設備近代化、最新技術の導入、管理システムの改善が進められている。

3. オスコル電気冶金コンビナート

公開株式会社オスコル電気冶金コンビナート（OEMK）はロシア鉄鋼業の主導的企業のひとつであり、直接還元製鉄技術に基づいて稼働している我が国唯一のコンビナートである。コンビナートはクールスク磁気異常帯に含まれる高品質鉄鉱山のすぐ近くに位置している。コンビナートの建設は1978年に開始され、1982年に最初の産業用製品である酸化鉄鉱石ペレットの生産が開始された。1983年に最初のメタライズ処理装置、1984年に最初の電気炉2基、1986年に「圧延機700」の最初の仕上げスタンド群が稼働を開始した。同社は1993年に公開株式会社オスコル電気冶金コンビナートに改組された。2004年から有限会社ガスメタルプロジェクトがOEMKの唯一の執行・経営機関となった。

自溶性酸化ペレット部門 ペレット工場で生産されている自溶性酸化ペレットの一部はレベジンカ採鉱・選鉱コンビナートの鉄精鉱を原料としている。鉄精鉱はスライムの形状で鉱スライム導管を使ってOEMKまで26.5kmの距離を輸送されている。ディスク真空フィルターを使ってスライムからケーキ（水分を含んだ精鉱）が得られ、次にケーキからペレットが形成される。ペレットの焙焼は面積480m²のコンベヤ式焙焼機で行われている。ペレット工場の年産量は270万tである。酸化ペレットの大きさは5~20mm、ペレット中の鉄含有率は67%以上、シリカ含有率は3.3%以下、塩基度（CaO/SiO₂）は0.4以上、強度は250kg/ペレット以上である。

金属被覆ペレット部門 酸化ペレットはコンベヤで金属被覆工場のシャフト炉に送られる。金属被覆工場はミドレックス法、すなわち天然ガスを改質装置で改質して得られる加熱還元ガスによって酸化ペレットを金属被覆する方法でメタライズドペレットを生産している。工場には金属被覆装置4基（年間総処理能力190万t）があり、これによって不動態化処理された金属被覆ペレットを生産している。ペレットはコンビナート内の電気製鋼工場に搬送され、また別の冶金工場や輸出向けに出荷されている。このペレットは無蓋の車両や船舶での輸送に適している。熱的に不動態化処理されたOEMKの金属被覆ペレットは特殊技術に基づくメタライズ処理装置によって得られる高品質の冶金原料であり、湿潤化した時の二次酸化傾向が低い。金属被覆ペレット不動態化処理技術のノウハウ保有者はOEMKである。

製鋼部門 ペレットは金属被覆工場からコンベヤで電気製鋼工場に搬送される。ここではアーク炉でペレットから鋼が製錬される。液体金属は連続鑄造機で造塊される。

電気製鋼工場の構成には次の装置が含まれる。

- ・アーク炉 4 基。容量各 160 t、変圧器出力 90MVA、電極径 610mm。
- ・アルゴン吹錬装置 4 基。吹込みはライニング羽口を通じて上吹き、また吹込みブロックを通じて行う。吹錬装置はアルミニウムワイヤー及びフラックス入りワイヤー（シリコカルシウム、硫黄）を金属中に送給するための推進装置を備えている。
- ・DH タイプのバッチ式真空装置 4 基。
- ・鋼複合処理ユニット 2 基。変圧器出力 24MVA を備え、金属は吹込みブロックを通じてアルゴンによって攪拌される。ユニットは金属に粉末加炭剤を添加するための羽口及びアルミニウムワイヤー及びフラックス入りワイヤー（シリコカルシウム、硫黄、フェロチタン、窒化マンガンなど）を添加するための推進装置を備えている。
- ・ラジアルタイプ（半径 12m）の 4 ストランドビレット連続鑄造機 4 基。断面 300×360mm のビレット鑄造用。
- ・ビレット調整冷却炉 4 基。温度 300℃まで。ウォーキングビーム式。
- ・連続鑄造されたビレット表面のショットブラスト処理、検査、砥石車によるスケール除去ライン 2 系列。

第 2 電気製鋼工場の連鑄ビレット生産能力は年間 200 万 t である。製鋼は装入物中 60～100%の金属被覆ペレットを使用してシングルスラグ法によって行われている。現在、約 2000 種類の鋼の生産法がマスターされている。工場では最新式のプロセス手法と操作が利用されている（アルゴンによる吹錬、真空処理、粉末状試薬の処理、湯流れの二次酸化防止、鑄型内の浴面水準の自動的維持、鑄造されたビレットの熱処理及び特殊方法によるきず取り）。

圧延部門 コンビナートの圧延部門は 2 工場からなっている。第 1 条鋼圧延工場は大形材、再圧延用のパイプビレット及び角ビレット（「圧延機 350」用及び市場向けの圧延材）を生産している。第 1 条鋼圧延工場の能力は市場向け及び第 2 条鋼圧延工場の「圧延機 350」用の圧延材 230 万 t である。同工場は次の設備を備えている。

- ・鑄造ビレット倉庫。収容能力 3 万 t。各製錬ロットは別個のセルに保管され各ビレットに関する情報と保管場所がコンピューターに入力される。
- ・ウォーキングビーム式連続加熱炉 3 基、均質化焼鈍炉 1 基。

- ・大形条鋼・ビレット圧延機「700」。この圧延機の構成には可逆式粗圧延スタンド「1000」、ロール、ホットシャー及びホットソーが垂直・水平に配置された4スタンドからなる連続圧延機群2つが含まれている。
- ・焼鈍炉3基及びラック式冷却床4基からなる熱処理・冷却区域
- ・自動式高層中間倉庫。収容能力圧延材1万8000t。各製錬ロットの重量と保管場所がコンピューターに記録される。
- ・圧延材仕上げ部門。この部門にはビレットのきず取り・仕上げ削り区域が含まれる。圧延材は「Dr. Foerster」、「ヴォルナ-7」、「Karl Deutch」型装置で内部と表面欠陥の超音波探傷検査及び電磁探傷検査を受ける。

第2条鋼圧延工場は小形・中形の圧延材を生産している。同工場の年間設計能力は100万tであるが、そのうち棒鋼が70万t、コイルが30万tとなっている。第2条鋼圧延工場には次の工程区域が含まれている。

- ・原料ビレットの流れ方式による検査及び仕上げ
- ・小形・中形材圧延機「350」
- ・流れ方式による連続熱処理炉3基でのコイル・棒鋼の熱処理
- ・流れの外で行われる棒鋼の検査及び仕上げ
- ・保護雰囲気を持つ炉2基での熱処理

第2条鋼圧延工場の既存設備では次のような先進的な圧延材生産技術を利用することができる。

- 1.原料ビレットの流れ方式による検査及び仕上げ。すべての原料ビレット（170mm角鋼）はくせ取り、スケール除去、表面検査、また必要な場合は研磨によるきず取りの処理を受ける。
- 2.ビレットは圧延の前にウォーキングハース式連続加熱炉2基で加熱される。約900℃での低温ビレット加熱技術が採用されており、これによってエネルギー消費量を15%削減し、圧延材の脱炭を著しく低減することができる。熱材の装入が可能である。
- 3.ビレット表面からのスケール除去は水カスケール破碎機で高圧水によって行われる。
- 4.圧延は連続ライン（小形材ラインと中形材ライン）で行われる。小形材ラインに装備されているスタンドの高い剛性、スタンド速度の自動整合、仕上げ設備群でのループ調整システムにより高精度の圧延材を得ることができる。小形材ラインの前にはKocks社製ゲージブロックが設置されている。熱間で測定された圧延材の直径公差は0.1mmである。圧延機の流れの途中には熱間

圧延材の表面及び幾何寸法の品質検査用設備が設置されている。棒鋼については長さ 12m 以下で梱包重量 10t 以下、コイルについては梱包重量 2.45 t 以下の圧延材が生産されている。

5. 圧延機「350」ラインには両方とも圧延材急速冷却装置が備えられている。熱・加工硬化技術の利用により、冷間すえ込みと引き抜きの場合の圧延材表面特性の最適な組合せを得ることができる。圧延材表面のスケール量が著しく減少し、スケールが酸洗されやすくなる。圧延材のそれ以上の熱処理が不要となるか、あるいは作業量が大幅に削減される。急速冷却法を利用すると高張力の鉄筋を得ることができる。
6. 熱・加工硬化と組み合わせた棒鋼・コイルの熱処理により、圧延材の多種多様な機械的特性と構造を得ることができる。
7. 流れの外で行われる圧延材の仕上げ作業には、くせ取り、表面欠陥の検査及び内部欠陥の超音波探傷検査、選別して行われる研磨によるきず取り、全品について行われる研磨によるつや出し、棒鋼の丸鋼への丸削りが含まれる。丸削り後の圧延材の制度は品質基準 h11 に適合している。BUNT-PRUTOK 型装置では熱間圧延コイルから長さ 6m 以下、切断精度±5mm の丸棒鋼が得られる。この装置では圧延材のつや出しも行うことができる。
8. 流れ外での仕上げ作業区域の圧延材区域での圧延棒鋼の熱処理は保護雰囲気を持つ炉で行われており、そのため圧延材の酸化と脱炭を生じさせないことができる。

生産の自動化 オスコル電気冶金コンビナート (OEMK) は高度に自動化された生産企業である。コンビナートの統合自動管理システムは多数のレベルからなり階層方式に基づいて構築されている。コンビナートの上層管理レベルは R/3 SAP をベースとする ERP クラスの情報システムによってサポートされており、このシステムがローカルシステム (工場別のシステム) とともに基本的事業プロセスの遂行を担っている。工場別の自動化システムは次の 3 つのレベルからなっている。

- ・ 工場別自動管理システムのレベルにおいては各交代シフト・各日の製鋼・圧延材生産に関する計画立案、全生産部門における金属の追跡、金属処理工程ルートに関するデータベース構築、データ解析、報告書の発行といった課題が解決される。
- ・ 次のレベルにおいては生産工程と主要装置 (アーク炉、熱処理炉、ビレット連続鑄造機、圧延スタンドなど) の自動制御プログラムが実行される。
- ・ 自動化基礎レベルにおいてはローカルな制御・調整、また生産工程や他シス

テムとの連動の過程における情報の収集と一次処理といった課題が解決される。

あらゆる自動化システムの単一情報空間への統合は耐故障性の高い高速社内光ファイバー網によって実現されている。

新技術 オスコル電気冶金コンビナート（OEMK）が持つ可能性はますます広がっている。ISO/TC-16949:2002 の自動車製造に関する認証が OEMK で実施された。チェコの監査会社代表がコンビナートに滞在して予備監査を行った。プラハから派遣された専門家（監査人 2 名と技術専門家 1 名）がコンビナートのすべての部課の活動を詳細に調査し、品質マネジメントシステムが自動車製造に関する外国の特別基準に適合しているかどうかを調べた。OEMK ではこのシステムが効果的に機能している。そのため、同社は国外市場においても自社の優秀性を確信し、西側の最大手自動車メーカーへの金属製品供給者としての可能性を拡大している。

OEMK は近代化プログラムの一環として、長期発展・近代化プログラムの実現に全力をあげて取り組んでいる。このプログラムの枠内で金属被覆部門の 4 号シャフト炉の改造用設備の設計・製造・供給に関する契約が OEMK と米国 Midrex 社の間で締結された。Midrex 社の専門家が開発した最新技術のひとつは、酸素転化生成物を炉中心部に送り込む酸素噴射技術である。この技術の採用によって炉の生産性を 20% 近く増加させることができる。新装置の稼働開始は 2005 年に予定されている。現在、OEMK の電気製鋼工場では 2 号真空処理装置が改修のため停止されている。老朽化したバッチ式装置に代わる新たな循環式真空装置は SMS-Mevag 社によって製造され、既にコンビナートに届けられている。

チェコの ZDAS 社は OEMK への冶金設備供給に関する入札に落札した。連続鋳造されたビレットの電気製鋼工場から第 2 条鋼圧延工場への送給ラインに必要とされる設備全体が同社によって製造される。入札には ZDAS 社の他にノヴォクラマトルスク機械工場（ウクライナ）、機械製造企業合同セヴェルスタリマシ及びウラルマシ工場の 3 社が参加した。電気製鋼工場の新たなビレット連続鋳造機の始動に関連する建設作業と立ち上げ調整作業への参加希望を申し出たコントラクター組織の間で現在、コンペティション方式によって事前の事業化調査報告書作成が進められている。OEMK の基本建設・修理管理部が直接契約の締結権を有するゼネラルコントラクターとなっている。契約競争の申請書を送付してきた組織の中にはスタールイ・オスコル市のアヴァンタージュテフツェントル社、非公開株式会社コトロセルヴィス、非公開株式会社メハノモンタ

ーージュ、ヴォロネジのVMUツェントルエネルゴモンターージュが含まれている。作業品質をはじめ3つの要件について最適と認められる企業が6号ビレット連続鋳造機建設入札の落札者となる。

ーウラル地域の冶金工場ー

4. マグニトゴルスク冶金コンビナート

公開株式会社マグニトゴルスク冶金コンビナート(MMK)はロシア最大の鉄鋼企業であり、国内市場における金属製品販売量に占める同社のシェアは20%に達している。同社は生産量の点でロシアの鉄鋼企業中1位を占め、世界の製鋼会社の格付け中で16位を占めている(Metal Bulletin誌のデータによる)。同社は原料鉄鉱石の前処理から鉄鋼高度加工にいたるまでの一貫した生産サイクルを備える巨大冶金複合企業である。

コンビナートの総面積は1万1,834.9haで、生産棟がそのうち6,842haを占める。現在、MMKはロシア連邦及びCIS諸国の企業の中で最も幅広い品目の金属製品を生産している。MMKの製品の半分以上は世界各国に輸出されている。2004年にコンビナートは焼結鉄の生産量1,036万1,000t、コークス587万t、銑鉄965万4,000t、鋼1,129万4,000tと高い生産指標を達成した。

MMKの製品 MMKはビレット、条鋼、形鋼、特殊形鋼、スラブ、圧延鋼板、被覆鋼材を生産している。

MMKの発展戦略 MMKで策定されている発展戦略の中心環をなすのは生産設備の改修である。2013年までの期間について策定されている投資プログラムによれば、生産設備近代化に対する投資額は10億ドル以上に達する。

設備更新と近代化

MMKのほぼすべての生産部門が設備更新と近代化の対象となっている。特に、2004年には資金の大部分は圧延部門の発展のために投下された。特に注意が払われたのは冷延鋼板部門の改修である。コンビナートでは既にこの数年間、冷延材の生産に特化している第5鋼板圧延工場の全面改修が進められている。2004年には同工場の新しくなった熱処理部門が稼働を開始した。熱処理部門には老朽化した窒素媒質中での焼鈍し設備に代わり、オーストリアのEbner社との契約に基づいてカバータイプ水素焼鈍炉が設置された。そのおかげで生産される冷延鋼板の品質が大幅に改善された。昨年、第5鋼板圧延工場の第1及び第2連続酸洗ラインの上流部分と中間部分が改修され、ラインが硫酸酸洗から塩酸酸洗に切り替えられた。また第5鋼板圧延工場の酸洗部門に塩酸回収装置

が設置された。MMK 冷間圧延部門におけるそれ以外の改修対象の中では、第 5 鋼板圧延工場における調質圧延機「1700」及び「2500」の改修、第 3 鋼板圧延工場における横切断装置の設置をあげることができる。2004 年には第 5 鋼板圧延工場の改修に 23 億 5,070 万ルーブルが費やされた。

熱間圧延部門でも基本建設が引き続き行われた。2004 年には第 4 鋼板圧延工場の熱間圧延機「2500」の段階的改修が実施された。第 10 鋼板圧延工場では 6 号コイラーの設置作業が開始された。その設置によって MMK で最も強力な熱間圧延機「2000」の生産性を 8%上昇させることが可能となる。この目的で同社の自己資金から 6,550 万ルーブルが費やされた。

MMK 圧延部門のもうひとつの優先的発展方向は条鋼部門の抜本改修である。MMK の条鋼部門発展プログラムの一環として、2004 年には新たな条鋼圧延機 3 基の建設が開始された。幅広い種類の条鋼生産に用いられる完全自動化されたこれらの最新式装置の供給・建設契約はイタリアの Danieli 社との間で結ばれ、今年中に稼働が開始されることになっている。

MMK 製鋼部門の最も重要な技術発展プロジェクトのひとつである平炉工場の改修が完了した。条鋼連続鑄造機 2 基とレードル・ファーネス 1 基（総額 24 億 4,950 万ルーブル）の稼働が開始された。その他、MMK では昨年、電気製鋼部門の改修（既存のバス式製鋼設備 2 基の電気製鋼炉 2 基への鋼管が予定されている）、またレードル・ファーネスとスラブ連続鑄造機の改修が開始された。

MMK の改修と新技術

MMK では改造を伴う第 1 級の大規模修理の後、4 号高炉の稼働が再開された。この高炉では修理だけでなく、小規模な改造も行われた。焼結鉱粉末ふるい装置が導入された。炉前の主シュートは注入式の耐熱セメント製となった。当コンビナートの高炉工場では初めてエプロンコンベアではなくベルトコンベアによる焼結鉱送給方式が採用された。炉床と炉底の構造が変えられ、いわゆる「セラミックスノズル」が採用された。「セラミックスノズル」は炉床及び炉底の炭素ブロックを水分や炉内に送られる酸素から保護する。「セラミックスノズル」と特殊耐火物の導入によって修理間隔が 25 年間に増加する。高炉で採用されたそれ以外の新機軸としては、小形炉床装置の採用、旋回シュートによるスラグ注入、羽口保守作業用の新たなデッキの設置があげられる。高炉自動プロセス制御システムが導入された。現在、高炉の有効容量は 1,370m³、1 日の生産能力は銑鉄 3,200 t である。

MMK では 12 号焼結機の修理、振動フィーダーの交換、ミキサーの修理が行われた。その他、第 3 焼結工場の焼結機のシュート、返鉱装置、冷却装置、サ

イクロン塔その他の設備の修理が行われることになっている。

2005年には第2焼結工場の8号及び13号焼結機の改修が計画されている。これによって生産性を15%増加させ、焼結鉍中の粉末含有率を11%まで減少させることが可能となる。また鉍石収集用の機械が設置される。冷却・安定化された焼結鉍を得られるようにし、また粉末含有率を7~8%まで減少させるため、それぞれの焼結工場の後に焼結鉍安定化区域が建設される。

MMK傘下のマグニトゴルスク・サイザー圧延工場(MKZ)では高炭素鋼線のパテンチング・焼鈍・亜鉛メッキのための新たな生産ラインが設置されることになっている。協力に関する入札が実施され、その結果ベルギーのLe Four Industriel Belge (FIB)社が選定された。同社の技術がMKZの生産特性に最も適しているからである。FIB社の技術の長所としては、熱処理工程と亜鉛メッキ工程が統合化されていること、金属表面の前処理がより良質で亜鉛被覆厚さの調整が可能であるため亜鉛被覆の品質が向上すること、亜鉛の損失をなくすために合理的な亜鉛加熱方法が採用されていることがあげられる。さらに、イタリアのMario Frigerio L社製コイラーは鋼線をリール(組立式も含む)や「ロゼット」タイプのコイルに巻き取ることが可能である。

新生産ラインのユニークさはパテンチング、亜鉛メッキ、焼鈍のすべてがひとつの流れ(合計24線)の中で行われるという点にある。ラインの年産能力は1万4,500t、鋼線の直径は1.4~4mmである。新ラインの性能は同工場の既存設備を大きく上回っている。そのため、より良質の鋼線を出荷し、原価削減によって製品の採算性を高め、鋼線市場におけるMKZのプレゼンス拡大を図ることができる。

また、従来、この工場はドイツの品質規格DINに基づくロープ(例えばMMKのアルペンスキーセンターの建設の際に利用されたようなロープ)を生産していた。今後、等級「Zh」及び「OZh」(「厳しい」及び「特に厳しい」使用条件)の亜鉛メッキロープ生産部門は販売の採算性を大幅に高めるだけでなく、大口ユーザーのニーズに総合的に応えることで被覆なしロープの販売量拡大を図ることが可能となった。導入される設備ではMKZの従来の製品(導体芯線用鋼線、ロープ用亜鉛メッキ鋼線、パルプ結束用熱処理鋼線)だけでなく、新製品(電線・ケーブル及び物理探査用ケーブルの外装用鋼線、通信架空線用鋼線など)の生産も計画されている。プロジェクトの投資回収期間は2.9年である。新設備は2005年第3四半期に設計能力に達する。

大改修後の条鋼圧延機の稼働開始 現在、ラインの製鋼部分の近代化や新規条鋼圧延機の設置も含めMMKの条鋼圧延ライン全体の抜本改修が行われている。MMKの条鋼部門近代化用の設備の供給契約がイタリアのDanieli社との間で調

印された。プロジェクトの枠内で幅広い種類の製品が生産できる最新式の自動条鋼圧延機 3 基がコンビナートに納入される。鋼線圧延機「170」（線材年産能力 80 万 t）、小形条鋼圧延機「370」（条鋼年産能力約 60 万 t）、中形条鋼圧延機「450」（年産能力 80 万 t）が 2005 年末までに稼働を開始するはずである。したがって総設計能力は条鋼 200 万 t 以上となる。これにより MMK はマグニトゴルスクの金属製品企業に良質な鋼材を供給するだけでなく、生産される条鋼の質・量ともに国内最大手となることができる。MMK では条鋼圧延機「250-1」の大修理の完了に引き続き、最大の能力を持つ圧延機「2000」の定期修理が開始された。

MMK 酸素転炉工場での取鍋内鋼アーク加熱装置建設 MMK はオーストリアの FAI フクス社との間で新型取鍋内鋼アーク加熱装置の供給契約に調印した。新装置の始動により、工場の金属加熱能力を増強し、化学反応による加熱を一部アーク加熱に変え銑鉄消費量を削減することができる。これにより注入に向けた金属前処理の品質が改善される。新装置はレードル・ファーネス、鋼精錬装置及び真空処理装置と組み合わせて使用される。

取鍋内鋼アーク加熱装置の建設は MMK 酸素転炉部門の総合的近代化投資プロジェクトの主要部分をなし、その実現の第一歩でもある。さらに、電力供給に関する作業、水利施設の改修、半門形スクラップ装入機の設置が予定されている。プロジェクトは転炉原料中におけるスクラップの割合の増加によって銑鉄の消費量を削減することを目標としている。

圧延材の加工 マグニトゴルスク・サイザー圧延工場（MKZ）と金属製品工場は MMK で連铸ビレットから製造される圧延材の加工に向けて準備を進めている。マグニトゴルスク冶金コンビナートで進められている製錬、炉外処理、ビレット連続铸造機による造塊、連続铸造された角ビレットの圧延といった一貫技術の開発との関連から、MKZ では新たな方法によって得られた圧延材の生産工程での利用に関する実験を行っている。連铸ビレットを原料とする圧延材の最初のテストロットの加工が、MKZ において鉄道用大釘及びばね用ケイ素鋼 40S2A 製のばね式排障器の生産工程で行われた。受入検査の結果によると、供給された圧延材は基準書の要求事項に完全に適合していた。生産工程で工具と圧延材の消費量増加は認められなかった。得られた製品の品質が検査によって確認された。試験委員会はキルド鋼で得られた良好な結果を考慮し、大釘の生産工程においてこれをリムド鋼及びセミキルド鋼とともに利用すべきであるとの勧告を提出した。大釘及び排障器の量産に用いられる材料を連铸ビレットから製造された MMK 製熱延材に転換するとの決定が下された。

熱間圧延機「2000」（熱延鋼板年産能力約 500 万 t）の設置 近年 MMK で進められている圧延部門の改修により、圧延機「2000」と「2500」の間で熱延コイルの種類を最適配分し、この 2 基で約 860 万 t のスラブ加工を行うことができるようになる。特に、第 10 鋼板工場では追加設備（4 号か熱炉、6 号コイラー）の設置と圧延機自動制御システムの改修が計画されている。MMK 転炉工場ではビレット連続鑄造機とレードル・ファーンレスが稼働を開始した。この新技術により MMK ではスクラップになる金属の損失量を年間 29 万 t 削減し、年間約 200 万 t の条鋼生産を組織できるようになる。レードル・ファーンレスの設置によって高級・高品質の鋼種が拡大され、合金・高合金の品目がより幅広いものとなる。MMK は製鋼部門と圧延部門の近代化によって 2006 年までに製鋼量の拡大が可能となる。

特許権者としての MMK 特に亜鉛メッキ用鋼材として用いられる鋼帯の加圧式製法が提案されている。この製法には熱間圧延、冷間圧延、巻戻し及び酸洗工程が含まれる。鋼中のアルミニウム含有率が 0.05%以下の場合、圧延は圧延終止温度 760～810℃で、鋼帯の巻戻しは 680～720℃で行われ、金属は冷間圧延後に再結晶焼鈍し、次に C（炭素含有率）＝0.004～0.05%（質量）となるように総圧下率を算出して冷間圧延を再度繰り返す。この発明により、生産される鋼板の機械的特性（可鍛性）を改善し、最終製品の消費特性を向上させることが可能となる。



マグニトゴルスク冶金コンビナート

5. メチェル

鉄鋼グループ「メチェル（MECHEL）」は 2003 年に設立された。メチェルには採鉱・選鉱コンビナート（コルシュノフカ採鉱・選鉱コンビナート）、採炭会社（石炭持ち株会社南クズバス）、ロシア国内の鉄鋼企業 4 社、ルーマニア及びクロアチアの 3 工場が参加している。

メチェルはロシア最大の特殊鋼・合金メーカーであり、この製品に関して最多数の品目を生産している。その生産量はロシアで生産されている特殊鋼全体

の 52%を占めている。メチェルは条鋼の生産量でも国内第 2 位の地位を占めている。米国会計基準 GAAP によると、2004 年上期の同社の売上は 16 億 3,000 万ドル、純益は 2 億 5,450 万ドル(EBITDA によると 4 億 2,080 万ドル)である。

鉄鋼分野 鉄鋼生産分野の事業には炭素鋼・特殊鋼からのビレット・条鋼、炭素鋼・ステンレス鋼からの鋼板(金属製品、鍛造品、型鍛造品を含む)の生産・販売、並びにコークス及びコークス製品の生産・販売が含まれる。製鋼部門は石炭(エネルギー用炭及びコークス炭)、鉄鉱石、ニッケル及び石灰石採掘などの鉱業分野の事業によってサポートされている。

鉱業分野 鉱業分野の事業には石炭(エネルギー用炭及び粘結炭)、鉄鉱石、ニッケルの生産と販売が含まれるが、それは社内製鋼部門のための原料供給に集中している。それと同時にかなりの量の石炭、鉄鉱石、ニッケルが第三者企業に販売されている。メチェルは社内製鋼部門の粘結炭需要量の全部、鉄鉱石の 92%、ニッケルの 55%を自社だけでまかなっている(鉄鉱石の場合、第三者企業がメチェルから供給された一定量の鉄精鉱を焼結鉱とペレットに加工している)。メチェルはこれら 3 種類の原料すべての内部供給源を所有している世界唯一の特殊鋼メーカーである。同グループは 2003 年にロシアの粘結炭生産企業の中で第 2 位を占め、12%の市場シェアを持っていた。同社はロシア全体の粘結炭選鉱能力の 24%を保有している。メチェル傘下企業の製品の販売は、ロシア市場については「商社メチェル」、国外市場については「メチェル・トレーディング」と「メチェル・トレーディング・ルーマニア」が担当している。メチェルの製品ユーザーは世界 30 カ国以上に分布している。

代表的鉄鋼製品

条鋼 2004 年上期のメチェルの条鋼生産量は約 139 万 8000 t であった。条鋼の生産はチェリャビンスク冶金コンビナート、工場「イジスタリ」、ベロレツク冶金コンビナート、ルーマニア企業「メチェル・キムピア・トゥルジー」及び「メチェル・ティルゴヴィシテ」で行われている。

鋼板 2004 年上期のメチェルの鋼板生産量は約 18 万 9000 t であった。鋼板の生産はチェリャビンスク冶金コンビナートで行われている。

金属製品 2004 年上期のメチェルの金属製品生産量は約 26 万 2000 t であった。金属製品の生産は工場「イジスタリ」、ベロレツク冶金コンビナート、ヴァルトシリャ金属製品工場、ルーマニア企業「メチェル・キムピア・トゥルジー」及び「メチェル・ティルゴヴィシテ」で行われている。

鍛造品、型鍛造品 2004 年上期のメチェルの型鍛造品生産量は約 3 万 1,000 t、鍛造品生産量は約 4 万 8,000 t であった。型鍛造品の生産はウラル鍛造工場で行

われている。鍛造品はチェリャビンスク冶金コンビナートで生産されている。

新技術

1. 高純度鋼及び耐熱合金の効率的生産技術 有害不純物・非金属介在物の少ない高純度鋼の新製造技術が開発された。その特徴は次の3点である。

- ・真空誘導溶解によって金属の高度な精錬が行われる。
- ・真空誘導溶解炉での消耗電極 casting 時に金属からスラグ介在物がろ過除去される。
- ・消耗電極の二重真空アーク再溶解方式が採用されている。

この技術の実現に当たってはメチェルの設備が持つユニークな性能が活用される。るつぼ容量 6 t 及び 12 t の大形真空誘導炉は所要の質量と長さの消耗電極を casting することができる。真空アーク再溶解装置には自動制御システムが備えられており、このシステムによって電極と結晶装置の間隙を比較的小さく保ち、プロセスの安定性を破壊することなく 2 回目の再溶解を行うことができる。イオン化が生じず、コロナの挙動及びタンクの表面上におけるスラグの挙動等にもまったく逸脱が認められない。新技術の採用により、電解研磨管用及びニッケル基耐熱高合金ディスク用の 316L タイプ高純度耐食鋼をより多量に製錬することが可能となった。鋼種 02KKH17N14M2 の耐食鋼インゴット 84 本からなる工業用ロットにおいて、すべてのインゴットの化学組成は技術条件 (TU) の要求事項に適合していた。不純物含有率はインゴットの大部分において硫黄 < 0.004%、酸素 < 0.003%、窒素 < 0.009% であった。マクロ非均質性はすべての評価項目に関して等級ゼロ、非金属介在物は等級 < 0.5 と評価された。焼入れした試片により国家規格 GOST 6032-89 の AM 法に従って試験を行ったところ、金属に粒間腐食の傾向は認められなかった。その結果、次のような結論が下された。真空誘導炉での製錬及びそれに引き続く二重真空アーク再溶解に基づく新たな高純度鋼・合金製造技術が開発され、実用化された。二重真空アーク再溶解法は不純物のない高純度金属を得ることができ、金属中に外部由来の介在物を混入させない。回数が増えた再溶解に要する費用は合金材料の利用度の向上によって埋め合わされる。この技術を当該用途の鋼・合金の生産に際して幅広く採用するよう推奨することができる。

2. 転炉保護層の寿命を増加させる新技術 新技術においては特殊な保護層を作るため、従来のカザフスタン産原料の代わりにサトカ鉱床産のドロマイトが使用される。このドロマイトの場合は以前ほど密な焼結は要求されず、また焙焼ドロマイトの送給路でのエネルギー消費量も少なくなる。メチェルに 2002 年初

めにビレット連続鋳造機用のロールの製造を担当する新部門が設置され、そのためコンビナートは購入品をまったく必要としなくなり、企業コストを大幅に削減することができた。

3. 工業用水の新処理技術 メチェルの熱併給発電所化学工場の専門家は工業用水の新処理技術の利用に関する実用実験を行った。化学的水浄化システムに「マグヌスト」という特殊装置が設置された。この装置ではベクトル磁場とスカラ一磁場による水処理という原理が実現されており、その利用によって配管の酸洗浄をまったく行わずに済むようになった。また、従来の洗浄法と異なり、配管と機械的フィルターの洗浄時にこれらの稼働を停止する必要がなくなった。

4. チェリャビンスク冶金コンビナートの設備更新 既存設備より生産性が 1.5 倍高い最新式焼結機の稼働が開始された。第 2 電気製鋼工場の 8 号炉の改修が完了した。伝統的に多種類の良質合金鋼の生産に特化しているメチェルの電気鋼のうちの圧倒的部分はこの工場で製錬されている。現在、工場では以前 4 基の電気炉で製錬されていたのと同量 (5 万 803 t) の鋼が 3 基の電気炉で製錬されている。第 3 電気製鋼工場では新規真空装置の稼働が開始され、これにより独自の鋼複合処理装置の建設と工場内 18 号電気炉の設備更新から始まった改修はすべて完了した。この工場では改修後、難成形性の低延性鋼の処理に用いられる PK-600 型鍛造圧延機というユニークな装置が稼働を開始した。

今年、メチェルの鍛造プレス工場では重量 18 t のインゴットが初めて鍛造された。1 年前に決定された大重量長尺インゴット生産開発プログラムはこの出来事によって完了した。新技術によって長さ 4~6m、直径 600mm までの鍛造品を得ることができるようになった。これにより、あらゆる断面寸法の鍛造品、特に西側市場で人気のある鍛造品に対する需要をカバーし、チェリャビンスク製鍛造品をヨーロッパの水準まで高めることが可能となった。第 6 電気製鋼工場では電気炉への酸素・粉炭吹き込み用のマニプレーターが設置された。炉外処理技術が最新式のものとなり、生産性の点でも金属の品質の点でも著しいメリットをもたらしている。

5. 耐火物の新製造技術 鋼注入取鍋と転炉のライニングに使用される耐火物の製造に関する新技術がメチェル技術研究センターの専門家によって開発された。タール・ドロマイト耐火材では蒸気加熱処理されたコールタールが粘結剤としての役割を果たしているが、これにはベンゾピレンやピッチ昇華物のような有毒物質が含まれているという事情により、新技術を導入することが不可避とな

った。これらの有害物質を除去するためには使用前に耐火物に追加の熱処理を加えなければならない。メチェルの研究者はビチューメンを主成分とする粘結剤の利用を提案した。一定の条件下ではビチューメンの粘結力はコールタールを下回らない。分析結果が示したところによると、新技術によって耐火物を製造した場合、その焼成時に排出されるガス中のベンゾピレン平均含有量は立方メートル当たり 0.0855mg から 0.00045mg へと、ほぼ 200 分の 1 に減少する。したがって事前の熱処理なしに原料を使用することが実際に可能となり、その結果、環境中への有害な有毒ガス排出量を減少させることができる。しかも、耐火物の製造コストが低減する。現在、このような技術は世界のどの国でも採用されていない。

チェリャビンスク冶金コンビナート技術研究センター 同センターでは 300 人以上が働いている。最小限のエネルギー・資材消費量と労働投下量をもって世界市場における競争力を持つ製品を生産するための技術開発とその実現が専門家の主な課題とされている。技術研究センター研究員によって多数の新生産技術が開発されつつあり、新たな鋼種、形状・寸法に関するものなど、その数は 100 件以上に達する。例えば「特殊鋼・合金生産用の低炭素・低不純物の高純度鉄を第 3 電気製鋼工場真空誘導溶解炉によって製造するための技術の開発・導入」、「造滓用ブリケットの製造・使用技術の実用化」、「焼結材料にコルシュノヴォ産精鉄を使用した場合の焼結鉄の焼結条件の開発と銑鉄製造法」といったテーマである。

6. ニジタギル冶金コンビナート

ニジタギル冶金コンビナート (NTMK) は採鉄・冶金グループ「エヴラス・ホールディング」傘下の主要冶金企業である。「エヴラス・ホールディング」はロシア鉄鋼市場の最大手であり、傘下の主要冶金企業は NTMK の他に西シベリア冶金コンビナート、ノヴォクズネツク冶金コンビナートがある。グループ傘下企業の 2003 年における総製鋼量は 1,390 万 t に達した。

NTMK はバナジウムを含有するチタン磁鉄鉄の処理、特殊技術に基づく高炉法及び転炉法によるバナジウムの抽出と商品生産物の生産の分野における世界最大手である。コンビナートはバナジウム鉄、バナジウムスラグ (バナジウム抽出用の主原料)、バージン転炉鋼 (低スラグプロセスによる)、バナジウム自然合金鋼を生産している。

NTMK は高負荷・低温 (マイナス 60℃まで) の極度の条件下で使用される焼入レール、車輪、外輪なども含め、幅広い種類の鉄道用圧延材を生産し、車軸用ビレット及びあらゆる種類の車両製造用形鋼を生産している。NTMK では断

面高さ 150～1,000mm の H 形鋼と形鋼柱を製造するためのロシア・CIS 諸国唯一の汎用ビーム圧延機が稼働している。圧延機の年産能力は 150 万 t である。

NTMK は鋼管圧延工場向けビレット及び自動車製造用の構造用圧延材の最大の供給者である。

部門ごとの説明と新技術

採鉱部門 鉄鉱石供給基盤はタギル・クシヴァ鉱床群とカチカナル鉱床（何十億 t 規模のバナジウム含有鉱石埋蔵量を持つ。ニジニタギルから 140km）である。ゴロブラゴダツコエ鉱山管理会社（クシヴァ市、焼結原料生産量 100 万 t / 年）とヴィソコゴルスキー採鉱・選鉱コンビナート（焼結原料生産量 250 万 t / 年）が製鋼用銑鉄鑄造用の焼結鉱を供給している。カチカナル採鉱・選鉱コンビナートはバナジウム鑄鉄鑄造用の原料を供給している（NTMK には 400 万 t / 年を供給。能力 800 万 t / 年）。

新技術 レビャジンスカヤ選鉱工場のスラグヤードから回収される大きさ 10～20mm の金属生成物を焼結原料として更に利用するための徹底的選鉱技術がヴィソコゴルスキー採鉱・選鉱コンビナートで開発された。

圧延部門

H 形鋼圧延工場 H 形鋼と形鋼柱の生産に関してヨーロッパ最大の工場である。ウォーキングハース式炉で 1,190～1,260℃まで加熱されたビレットは粗圧延スタンド「1300」で圧延される。次に圧延材は順番に仕上前スタンドと汎用仕上スタンドの 2 群の間を通る。圧延された鋼材はロールガングでホットソーに送られ、ここで端部切捨てと所定の長さへの切断が行われる。丸鋼と角鋼に刻印機でマーキングが施される。ホットソーで切断された鋼材はロールガングで冷却装置に運ばれる。冷却後、圧延材は H 形鋼仕上区域に送られ、ここでくせ取り、検査、検収が行われる。検収後、圧延製品は梱包されてユーザーに出荷される。

新技術 NTMK は国際規格 ASTM、JIS、DIN、BS に基づく H 形鋼の生産技術を開発・導入して製品の品質を確保しており、その品質の高さは TUV 社の国際認証によって証明されている。水利施設その他の施設の建設に用いられる矢板 L-5U の生産技術がロシアで初めて開発され、導入された。技術的特性の点でこの矢板に類似する製品は世界に存在しない。矢板壁の各要素をさらに自由に結合させることのできる継手構造を持つ矢板 L5-UM の生産技術も開発され導入されている。

レール H 形鋼工場 この工場にはレール及び車両製造用・機械製造用形鋼の圧延用ビレットを加熱するため、ウォーキングビーム式連続加熱炉 1 基が設置されている。この加熱炉は 2000 年に稼働を開始した。主要圧延設備は圧延機「950」（可逆式二重スタンド 1 基を備える）及び圧延機「850」（1 系列のライン内に配置されている昇降回転テーブル付きのトリオ型スタンド 2 基及びデュオ型スタンド 1 基を備える）によって構成されている。鋼材は吊り下げタイプのホットソーで所定の長さで切断される。レールの白点防止熱処理を行うための恒温保持区域には連続加熱炉 5 基、ラックシステム、レール移送・搬送用ロールガンクが含まれている。レールの仕上げ作業は Wagner 社製ひれ取りボール盤で行われる。長さ 25m のレールの総焼入はレボルバータイプの焼入機によって油中で行われる。焼入・焼戻の加熱は連続加熱炉で行われる。冷却されたレールはローラーくせ取り機で 2 つの面方向についてくせ取りされた後、直線性の評価と超音波探傷検査を受ける。転炉工場で製造されている連铸ビレットから作られるレールは非金属介在物の点で鋼材の純度が高くガス飽和度が低い。

新技術 NTMK では異なった使用条件に合わせたレールが生産されている。高耐磨耗レールは鉄道の小径カーブ区間での使用を用途としている。このレールは過共析鋼（炭素含有率が高い）から作られ、ヘッドが丸まった特殊な断面を持っている。高速区間用のレールは直線性に関する高い要求事項に適合している。UIC60 及び 136RE タイプのレールは国外市場に供給できるように、国際規格の要求事項に適合するように作られている。P50 及び P65 タイプの非焼入レールは地下鉄用である。NTMK は新世代車両に使われる強度特性の高い（強度等級 420）Z ビーム用の形鋼 Z-310 の生産技術を有するロシア唯一のコンビナートである。

大形形鋼工場 連続加熱炉で 1,190～1,260℃まで加熱されたビレットは粗圧延スタンド「800」で圧延される。粗圧延スタンドで 5～7 パス圧延されたビレットはロールガンクで圧延機「650」に送られた後、ここで圧延された鋼材はロールガンクでホットソーに送られ、ここで端部切捨てと所定の長さへの切断が行われる。そしてそれぞれのロッドにマーキングが施される。レールへのマーキングは仕上げスタンドの前に置かれた刻印機で行われている。ホットソーで切断された鋼材はロールガンクで冷却装置に運ばれる。熱感受性の高い金属の緩慢冷却用として保温ピット 2 つが設置されている。冷却された丸鋼と角鋼は 2 基の形鋼仕上装置に送られる。丸鋼と角鋼の欠陥は機械によるきず取りラインで又は 2 台のラック上でエアハンマーにより手作業で除去される。冷却された H 形鋼はコンソールタイプのローラーくせ取り機でくせ取りされ、形鋼仕上装

置上で等級分けされた後、梱包機で重量 5 t 以下の束に梱包される。欠陥のある鋼材は形鋼仕上装置から電磁クレーンで取り除き、積み重ねておいて後で再加工する。仕上げと検収が終わった圧延製品はユーザーに出荷される。

新技術 ボールベアリング鋼 ShKH15 及び ShKH15SG からのパイプ用ビレット製造技術が NTMK で開発された。径 40mm の丸鋼の生産が導入されている。

車輪工場 出発材料である転炉鋼の連铸ビレット（直径 430mm）が Wagner 社製鋸でいくつかの部分に切断される。検査済みのビレットはロータリーハース式復熱環状炉に送られ加熱される。次にビレットはプレス圧延区域に送られる。圧延後、車輪と車輪用ビレットは加熱ピット炉で処理され、リムの焼入・焼戻が行われる。鉄道用車輪の内部欠陥検査には超音波探傷法が採用されている。

新技術 国際規格 UIC-812-3 に基づく 3 形式の鉄道用車輪（鋼 B82 を材料とするスイス向けの車輪 1 種類、鋼 R7T を材料とするブルガリア向けの車輪 2 種類）の生産技術が NTMK で開発され導入された。S 形ディスクを持つ 957mm 径の車輪の生産が導入された。その設計は NTMK の専門家によって開発された。この車輪は新世代車両での使用を用途とする。S 形ディスク付きの車輪の疲労試験が全ロシア鉄道輸送研究所のテストスタンドで行われた。通常型車輪に適用される認証基準に相当する負荷の場合だけでなく、新世代車両について想定される軸負荷 25ton-force 及び 30ton-force での使用条件に対して計算される負荷の場合においても車輪は試験に合格することができた。規格 M-107-84/M-208-84 の要求事項に適合する北米市場向けの 36 インチ径一体圧延車輪用のビレット製造技術が NTMK で開発され、テストロットの生産準備が進められている。

外輪工場 外輪製造には直径 430mm の連铸ビレットが用いられる。ビレットは Wagner 社製のこぎりで所要寸法に切断される。検査済みのビレットは連続加熱炉、次にバッチ炉に送られて加熱される。圧延の後、外輪とリングは緩慢冷却又は恒温保持される。圧延機には外輪とリングの焼入・焼戻用又は焼ならし用の設備が設置されている。すべての外輪は超音波探傷検査を受ける。国際規格 UIC-810-1 及び UIC-810-2 の要求事項に適合する鋼種 B67 を材料とする機関車用鋼製外輪（ブルガリア鉄道向け）の生産技術がこの外輪圧延機で開発され導入された。

鋼球圧延工場 温度 900～1,100℃まで加熱されたビレットがスクリーロール圧延機に送られる。圧延された鋼球はエレベータ内で温度が下がってから焼入れ用ドラムに送られる。焼入れされた鋼球はホッパーに送られ、ここで自己焼

戻しが行われる。鋼球はホッパーから橋形電磁クレーンで鉄道車両に積み込まれる。

新技術 高硬度（50～52HRC）の粉砕用鋼球の製造技術が導入された。

製鋼部門

転炉工場-転炉部門 転炉工場でのバナジウム鑄鉄の処理は 2 段階方式（“duplex-process”）に従って行われ、バナジウム微量合金鋼及び市場向けバナジウムスラグ（ V_2O_5 含有率 16～28%）が生産されている。プロセスの第 1 段階では脱バナジウム処理が行われ、バナジウムスラグと炭素鋼半製品（C 含有率 3.0%、V 含有率 0.03%、最小含有率のその他の不純物（ケイ素、マンガン、チタン、リン、硫黄））が得られる。バナジウム鑄鉄の処理技術はプロセス温度の低さを特徴とするが、これは転炉内に冷却剤（圧延スケール）を添加する方法で達成されている。鑄鉄からスラグへのバナジウムの転移率は 85%以上である。

第 2 段階では別の転炉で低スラグ法によって炭素鋼半製品の鋼への吹錬が行われる。その際には不純物の少ないリターンスクラップが 8～10%利用される。2 段階式の銑鉄処理技術により、転炉工場ではスクラップを原料として、望ましくない不純物を一切混入させることなく 1 級の鋼を製錬している。通常の製鋼用銑鉄の処理の場合には、転炉鋼は従来の LD 法によって製錬されている。

新技術 転炉ライニングへのスラグライニング・コーティング技術によって転炉ライニングの耐久性を高めることができる。鋼の出銑後、製錬の過程で形成されたスラグを窒素ガスで膨張させる方法によりスラグライニングを転炉ライニングにコーティングする技術がコンビナート転炉部門で開発され、導入された。この技術の利用によって 2001 年には転炉ライニングの耐久性を 2000 年より 50%高めることができた。

耐火物の利用 溶鋼取鍋のライニング法が開発され、マグネシア・炭素質耐火物を利用することにより、ライニングの厚さが小さいという当コンビナートの条件下でライニングからの熱損失を低減することが可能となった。局所的に破損したライニングを回転取鍋の専用スタンドを利用して修復する際に使われる補修材が導入された。計量器付きローディングノズルの突合せ継手式ホッパの構造が開発された。新たな設計法によってノズルの密な突合せ継手の実現され、溶鋼漏れが生じた場合、迅速にその漏れをなくすことができるようになった。

転炉工場-炉外処理部門 レードル・ファーネスによる鋼処理により、取鍋内の鋼の化学組成と温度の均質性を確保し、ビレット連続鑄造機への金属連続注入を行い、フェロアロイ消費量を低減することが可能となった。

真空処理 水素、窒素及び酸素含有量を減少させ、非金属介在物に関する鋼純度を確保するため、白点感受性の高い鋼（レール用、車輪タイヤ用、パイプ用など）は RH 真空装置で真空処理される。フラックス入りワイヤーは真空処理後、鋼注入取鍋内でアルゴンで吹錬され改良される。処理後における鋼中のガス含有量は水素 1.5ppm 以下、活性酸素 8.0～8.8ppm である。

新技術 バナジウム直接還元法に基づくバナジウム精錬中間生成物による鋼の改良及び合金元素の微量添加により、普通種の鋼を原料として低合金鋼圧延材に匹敵する高い機械的特性と使用特性を持つ圧延材を得ることができる。不純物含有率の低い（P<0.010%、S<0.005%）鋼の製造技術が開発された。フェロアロイ消費量の削減と鋼中のガス・非金属介在物含有量の低減を目的として真空炭素脱酸法が導入された。金属への窒素添加による鋼の窒化硬化により、低温領域（-60℃以下）で使用される鋼の製造が可能となった。

転炉工場-ビレット連続製造部門 転炉鋼の製錬は多様なビレットが得られる複合型のビレット連続製造機 3 基で連続製造法によって行われている。

新技術 輸送機器用鋼部門 特殊な構造を持つローディングノズルを經由して金属を鋳型に導くという質的に新しい方法が開発され、この構造によって鋼の純度向上が実現した。高炭素鋼鋳造用の造滓材の組成が開発された。鋳造の温度-速度パラメータと冷却条件が開発され、これによって品質と使用特性の点で世界の最良品に匹敵する鉄道用車輪、外輪及びレール製造用の連鋳ビレットを鋳造することが可能となった。現在、輸送機器用鋼の全品目は連鋳ビレットから作られている。

パイプ鋼・合金鋼・特殊用途鋼部門 湯道耐火物の材質・寸法、造滓材の化学組成、鋳造温度・速度条件、冷却条件、ビレット連続製造機の調整・運転パラメータなどを含め、高品質連鋳ビレットを得るための鋳造プロセスパラメータが開発された。現在、コンビナートでは 40 種類以上のパイプ鋼と特殊用途鋼が生産されている。

形鋼部門 大断面ビーム（60B まで）の圧延に用いられる断面 530/395×165mm の連鋳ビレット製造法がロシアで初めて導入された。湯道耐火物の材質・寸法、造滓材の化学組成、鋳造温度・速度条件、冷却条件、ビレット連続製造機の調整・運転パラメータなどを含め、国内外のユーザーの要求に応える連鋳ビレットを得るための鋳造プロセスパラメータが開発された。ビーム用連鋳ビレットのマクロ構造に関する規格 STO ASChM-34-2002 が作成された。輸送機器用、製管用及び特殊用途鋼の製造技術と連続製造機での形鋼鋳造技術はコンビナートの専門家によって開発されたもので、ロシア連邦特許によって保護されてい

る。

車軸用ビレット部門 真空処理連铸鋼からの車軸用ビレット製造技術がロシアで初めて NTMK によって開発され導入された。国営単一企業ウラル車両工場で連铸鋼を材料とする車軸のテストロットが製造され、全ロシア鉄道輸送研究所でラボテスト、スタンドテスト、試験場テストを受けた。新世代車両用のこの車軸の高い品質がテストによって証明された。試験結果に基づき、技術条件 TU 3100-109-01124238-2000「連続铸造金属を材料とする鋼製車軸（ビレット）」が作成され承認された。契約が締結され、車軸用ビレットのテストロットがスイスに納入された。

平炉工場 平炉工場での製鋼技術には鋼スクラップの装入、加熱、比率 55% : 45%での製鋼用銑鉄注入が含まれる。金属の加熱と炉での溶解は天然ガスと重油を使って行われている。鋼は上注ぎ及び下注ぎによって質量 7.5~8.2 t のインゴットに造塊される。開発された安定的な製錬・造塊技術により、また出鋼後に取鍋内で行われる吹錬によって鋼の品質が確保されている。

新技術 直接還元法に基づくバナジウム精錬の中間生成物を利用した平炉鋼へのバナジウム微量添加技術が開発され、導入されている。

高炉部門

NTMK の高炉は 2 種類の銑鉄（製鋼用銑鉄及びバナジウム自然合金銑鉄）の製錬専用とされている。ケイ素（0.15%）とチタン（約 0.20%）の含有率が低くバナジウム含有率の高い（約 0.55%）大量の銑鉄を高炉で製錬するユニークな技術が開発され、転炉工場における高品質バナジウムスラグの製造を可能としている。

新技術 高炉の技術的・経済的運転指標の悪化を生じさせることなく鉄、遊離酸化カルシウム、酸化マグネシウム及び酸化マンガンの回収を行い、同時に銑鉄中のバナジウム含有率を高めるために転炉製鋼スラグ利用技術が開発され導入されている。

非成型耐火物の利用 当コンビナートの高炉铸床では、ピッチを含有し環境に有害な材料の代わりにより強度の高い耐火物を利用するための総合的措置がロシアで初めて実施されている。すべての高炉の主シュートのライニングは公開株式会社ジヌルと共同開発された注入コンクリートで作られている。コンクリート消費量は出銑される銑鉄 1 t 当たり 250g 未満である。ライニング損耗部分への注ぎ足しの方法による中間修理がこれまで 6 回行われたが、この期間に 1 号主シュートを使って 250 万 t 以上の銑鉄が出銑された。

主シュートに注入ライニングを利用したことによってシュートの修理回数、耐火物損耗量、銑鉄1t当たりの耐火材消費量を減らすことができた。

シリカ組成物を材料とする出銑口の技術が公開株式会社ジヌルと共同で開発され導入されている。これによって炭素含有材料を使わずに済むようになり、労働条件を改善することができた。

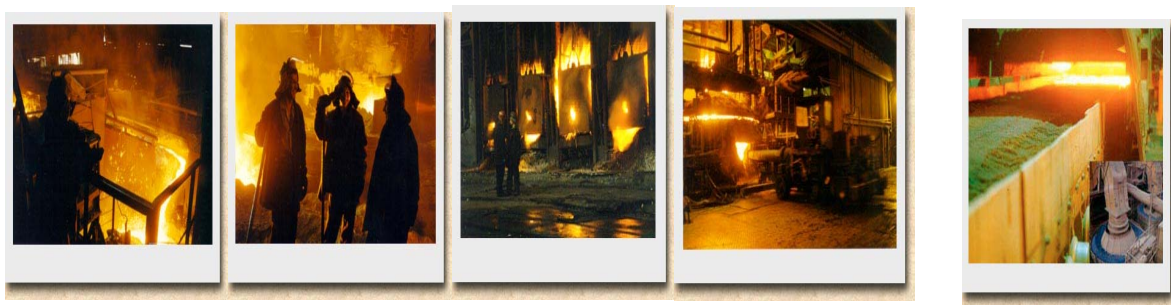
出銑口ジャケットのライニングも注入コンクリートを利用して作られている。この新技術により、発ガン物質を含む炭素含有材料のブリケットを手作業で突き固めるという手法を廃止することができた。

7. NOSTA

オルスク・ハリロヴォ冶金コンビナートを母体として設立された公開株式会社 NOSTA は一貫生産サイクルを備える大手鉄鋼企業である。NOSTA はユニークな自然合金鉄鉱床を原料供給基盤として活動している。この鉱床の鉱石には鉄のほかに、ニッケル、クロム、コバルトといった貴重な元素が含まれている。この地域では商業量の石灰石、ニッケル及び耐火粘土が発見されている。現在、NOSTA は高品質圧延材、約 100 種類の炭素鋼、合金鋼及び低合金鋼、世界で唯一のニッケルクロム自然合金銑鉄、コークス、化学製品を生産している。コンビナートは外国に類を見ない様々な特性を持つ高品質鋼の約 20%を生産している。NOSTA の組織には採鉱部門、コークス化学部門、耐火物工場、焼結工場、高炉工場、製鋼部門、圧延部門が含まれている。

主要製品 銑鉄－鋳物用銑鉄、鋳物用ニッケルクロム銑鉄、製鋼用銑鉄。条鋼－丸鋼（径 90～250mm）、角鋼（90～250mm）、パイプビレット（径 90～250mm）。形鋼－山形鋼（200×12.14.16 20.25；220×14 16；250×20-18-16.25）、ビーム No.36M、U 形鋼 No.40。厚鋼板、スケルプ（8～50mm×1,500～2,500mm×4,500～12,000mm）。広幅鋼板（5～25mm×150～600mm×4500～12,000mm）。形鍛造品－タイプレート（D65, KB65）。道路ガードレール。機械部品。

NOSTA の生産施設



高炉工場

平炉工場

電気製鋼工場

焼結鉱

高炉工場 高炉工場の設備には、高炉 4 基（有効容量 1 号炉 1,007m³、2 号炉 1,033m³、3 号炉 1,513m³、4 号炉 2,000m³）、鑄鉄機 4 基、冷鉄倉庫 2 棟、スラグ処理装置（年間処理能力 110 万 t）が含まれる。NOSTA は地元産の自然合金鉍石を利用して鑄物用ニッケルクロム複合合金鉄を生産している世界唯一の企業である。ユニークな特性を持つこの鉄は、腐食環境中や高温下で使われる特に重要な鑄造部品や機構の製造に利用される。鑄物用ニッケルクロム鉄はクロム、ニッケル、コバルト、バナジウム、チタン及びその他一連の希土類元素を含有しているという点で普通の鑄物用鉄と異なっている。ケイ素の質量比の違いによって 4 種類の鑄物用ニッケルクロム鉄が製錬されている。それぞれの種類の鉄には、クロムについては 3 つの質量比の範囲、ニッケル+コバルトの総質量比については 9 つの数値、硫黄質量比については 5 つの数値を与えることができる。ただし硫黄の質量比は 0.05%を超えず、平均値は 0.02%となっている。

製鋼部門 製鋼部門は平炉工場、電気製鋼工場、ドロップハンマー工場及び原料前処理工場から構成されている。

平炉工場 工場には二床炉 2 基（250+250 t）及び 450 t 平炉 4 基を備える炉作業場、注入用クレーン 10 基を備える注入作業場、第 1・第 2 混鉄炉部門（ここには製鋼用鉄用の容量 1300 t の混鉄炉 2 基が設置されている）、磁性材料・粒状材料倉庫を備える装入原料部門、スラグ部門、以上が設置されている。NOSTA の特徴は、大量の製品を生産しているにもかかわらず、製錬されているのはキルド鋼のみで、そのうちの 60%以上を合金鋼、低合金鋼及び特殊用途の高張力鋼を占めているということである。この工場では約 100 種類の鋼が製錬されている。硫黄質量比 0.02%以下の鋼が生産量全体の半分を占めている。

新技術 コンビナートでは鋼浴の品質を向上させるため、取鍋内での液体石灰・アルミナスラグによる鋼処理技術、出鋼口でのノロ切り、不活性ガス（アルゴン、窒素又はアルゴン・窒素混合ガス）による取鍋内吹錬法、不活性ガスによって湯流れの酸化を防止して行われる造塊といった技術が採用されている。このような金属炉外処理技術全体を導入したことにより、鋼の化学組成の均質性を確保し、硫黄及びリンの質量比をそれぞれ国内規格（GOST）及び国外規格（DIN）に定める基本要項の 1.5~2 分の 1 及び 1.1~1.2 分の 1 に低減させ、その結果、高品質の圧延材を製造することが可能となった。

電気製鋼工場 工場には容量各 100 t のアーク電気炉 2 基、フェロアロイ焼入炉 2 基、4 ストランドラジアルタイプビレット連続鑄造機 2 基（ビレット断面

300×450mm)、鑄造されたビレットの緩慢冷却炉が設置されている。電気製鋼工場が備えているアーク電気炉 2 基は DSP-100 I6 型で容量 100t、変圧器出力は 75MVA である。鋼の造塊は 4 ストランドラジアルタイプ分塊連続鑄銑機 2 基(ビレット断面 300×450mm、鋼全体の約 80%) と鑄型で行われている。工場で製錬されている鋼はすべて炉外処理されている。炉外処理には取鍋への固体スラグ形成剤の添加、一定速度条件で浸漬ランスを通じて送られる不活性ガスによる取鍋内吹錬法が含まれる。連続鑄銑機での造塊は湯流れの二次酸化を防止しながら行われている。鋼中の硫黄・リンといった有害不純物の含有率をそれぞれ 0.02%以下に減少させ、また水素・酸素含有率を真空処理によってしか実現できないレベルまで低減させることのできる技術が開発された。この技術により、国内規格 (GOST) 及び国外規格 (DIN) の要求事項を上回る機械的特性を持つ圧延材を確実に得ることができる。

圧延部門 圧延部門は粗圧延工場、第 1・第 2 鋼板圧延工場、条鋼圧延工場、型鍛造品工場から構成されている。

焼結工場 焼結工場には石灰、燃料、装入物の前処理区域、均質化倉庫、焼結鉍冷却区域が含まれる。焼結鉍生産用の原料としてはクールスク磁気異常帯、カザフスタン及びウラル地域の採鉍・選鉍企業から送られて来る鉄鉍石が使われている。フラックスにはアッケルマノフカ鉍床産の石灰が使われている。燃料には小粒コークスが利用されている。現在、焼結工場では装入物全成分の自動計量装置が導入され、またフラックス処理焼結鉍 (fluxed sinter) の生産技術が実用化されており、これが高炉の生産性と銑鉄品質の向上にかなりの好影響を与えている。

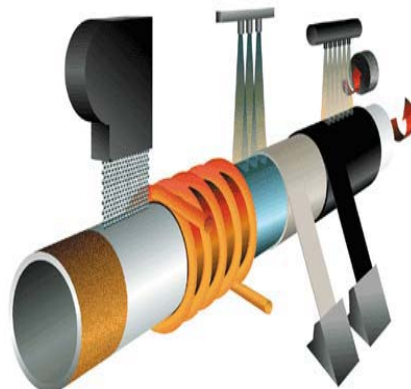
ウラリスカヤ・スタリ社 (Ural Steel Company) は公開株式会社 NOSTA の生産施設をベースとして設立された会社であり、高品質圧延材、炭素鋼、合金鋼、低合金鋼、高品質鋼の分野でロシア最大手メーカーのひとつとなっている。同社では 2006 年までの大規模な生産施設近代化・改修プログラムが策定されている。2006 年に鋼板圧延工場が改修された後は厚鋼板を現在の年産量 (85 万 4,000 t) より 42%多い 120 万 t まで伸ばすことが計画されていると同社のプレスリリースは伝えている。同社の 2004~2006 年における投資プログラムの主な目的の一つは圧延機「2800」による厚鋼板生産量の増加に置かれているが、そのためには鋼板圧延工場の設備改修を行う必要がある。2 年間のうちに熱間圧延された鋼板の超音波検査装置を設置し、圧延機「2800」、1 号ローラー床熱処理炉

及び連続加熱炉 2 基の改修を行うことが予定されている。今年の年初から圧延機「2800」の改修準備作業が進められているが、この改修では KVARTO 型仕上げ圧延スタンドをより新式の装置に交換することが想定されている。新たな自動スタンドの能力は 6,000 t に増大し、しかも鋼板の追加加熱の必要がなくなり、はるかに高い品質を達成することができる。同社は圧延機「2800」の改修措置をドイツの Mannesman Demag 社及び Hercules 社と共同で進めている。その他現時点ではローラー床熱処理炉の改修に向けた準備が進められている。このプログラムでは炉の能力を 2 倍以上の 50 t/h まで引き上げ、熱処理後の圧延材の品質向上を図ることが想定されている。新設備ではより大形（12～12.5m まで）の鋼板の焼入れが可能となるため、工場の生産品目を拡大することができる。

8. チェリャビンスク鋼管圧延工場

チェリャビンスク鋼管圧延工場（ChTPZ）はロシア最大の鋼管製造企業のひとつである。ロシア連邦内で生産されている鋼管製品生産量に占める ChTPZ の割合は約 16% である。ChTPZ が利用している鋼管製造法の種類は、ピルガー鋼管圧延機による熱間圧延、自動圧延機などの装置による熱間圧延、鋼管冷間圧延、ストレートシーム管のフラックスアーク溶接、連続炉中溶接、鋼管高周波溶接である。同社は炭素鋼、低合金鋼、合金鋼、ステンレス鋼及び各種合金を材料とする 3,600 以上の形式の鋼管を生産している。工場は口径 325mm 以上の熱間成形シームレス管及び口径 120mm 以上の冷間成形シームレス管のロシア連邦唯一の供給者である。チェリャビンスク鋼管圧延工場は円形鋼管だけでなく、楕円形、扁平楕円形、正方形、長方形及び六角形の鋼管も生産している。

新技術 鋼管の 3 層防食被覆を行うユニークな部門が稼働を開始した。これはまさしく 21 世紀型技術開発の実例となっている。



3 層防食被覆の処理方法

チェリヤビンスク鋼管圧延工場はオランダの Selmers 社、ロシアの機械メーカー、特にモスクワの全ロシア幹線パイプライン建設研究所を母体とする非公開株式会社アンコルトをプロジェクトに参加させることができた。設備の一部は ChTPZ が自力で製造した。ロシア側からは ChTPZ 設計部、チェリヤビンスク冶金工場設計研究所、重工業電気設備設計研究所の専門家が設計作業に参加した。現在この部門はトランスネフチ社とロスネフチ社からの注文品の製造に従事している。ChTPZ の専門家は鋼管の被覆に使用されるフランス製、カナダ製、日本製及びドイツ製ポリマー材料の比較試験を行っている。防食被覆鋼管の最初の試作品の試験が既に全ロシア幹線パイプライン建設研究所で行われた。試験は各種温度での付着性(被覆の鋼への付着強度)、温度 20℃、40℃及び 60℃で 30 日間陰極分極した時の被覆の剥離面積、絶縁材の接触抵抗試験(試験片を 3%食塩溶液中に 100 日間放置)、紫外線の作用に対する被覆の耐久性、菌その他の生物・昆虫に対する耐性といったパラメータについて行われ、その被覆品質は高い評価を受けた。

防食被覆処理は Selmers 社(オランダ)、アンコルト社及びチェリヤビンスク鋼管圧延工場によって製造された設備によって最新技術に基づいて行われており、DIN 30670、トランスネフチ社及びガस्पロム社の社内規格のあらゆる要求事項に適合した高い被覆品質が実現されている。この被覆処理技術ではまず外側表面の脱脂が行われ、次にガスバーナーによる温度 50~70℃への鋼管の加熱、外側表面のショットブラスト処理、クロム酸塩層の塗工、温度 190~220℃への鋼管誘導加熱、静電ボックス内でのエポキシ被覆の塗工、押出機による接着剤とポリエチレンの被覆、鋼管の冷却及び端部処理が行われる。

同工場が生産しているポリエチレン被覆鋼管は温度マイナス 60℃からプラス 60℃までの様々な気候区の様々な性質の土中に敷設されるパイプラインに用いられる。被覆の保証耐用年数は 30 年以上である。この被覆によって管をその使用期間全体を通じて腐食から確実に保護することができる。現在、同工場が生産しているガス・石油パイプライン用 3 層ポリエチレン被覆鋼管ではフランスの BS coatings 社製及び ELF ATOCHEM 社製の材料を使用するシステムと日本の KAWAKAMI 社製及び UBE 社製の材料を使用するシステムの 2 つのシステムが利用されている。

被覆の厚さは使用条件とユーザーの要求に応じて 2.5mm から 3.5mm とされる。ポリエチレン被覆の絶縁耐力は 25kV 以上、衝撃強度はマイナス 45℃の時 25J 以上、プラス 60℃の時 12J 以上、接着強度はプラス 25℃の時 150N/cm 以上、プラス 60℃の時 100N/cm 以上である。

ーシベリア・極東地域の冶金工場ー

9. 西シベリア冶金コンビナート

公開株式会社西シベリア冶金コンビナート（ZSMK）は一貫サイクルを備えるロシア最大の鉄鋼企業のひとつである。このコンビナートは建設用・機械製造用の長尺製品の生産を専門としている。

鉄鋼製品 ビレット、熱延材、鉄筋など

部門構成 コークス化学部門、圧延部門、鉄鋼圧延部門、高炉部門、酸素部門、製鋼部門、粉末冶金工場

コークス化学部門 西シベリア冶金コンビナートはロシアだけでなく世界のコークス化学業界においても有数のコークス化学企業である。この部門が「工場の中の工場」と呼ばれているのは偶然ではない。この部門は単一の閉じた生産サイクル、1個のプロセスチェーンに統合された多数の下位部門からなる大規模で複雑なコングロマリットだからである。現在、コークス化学部門は9つのプロセス工場と2つの修理工場によって構成されている（石炭予備処理工場、選炭工場、2コークス工場、2化学捕集工場、ベンゼン精留工場、自己処理工場、無水フタル酸工場、エネルギー設備修理工場、特殊修理工場）。コークス（水分6%）の最大生産量（年産523万5,800t）は1976年に達成された。

高炉工場 西シベリア冶金コンビナート高炉工場は高炉3基（総有効容量8,000m³）を備えている。容量は1号及び1号高炉が3,000m³、2号高炉は2,000m³である。各高炉には4基の空気加熱器が備えられている。工場の構成には装入物供給装置、造塊機4基、耐火物製造部、取鍋修理デポも含まれている。工場の稼働レベルはソ連時代の指標を上回っている。

製鋼部門 西シベリア冶金コンビナートの製鋼部門は1985年に創設された。製鋼部門はそれまで独立の工場であった8工場（容量各160tの転炉3基を備える第1酸素転炉工場、容量各350tの転炉2基を備える第2酸素転炉工場、装入物前処理工場、ドロップハンマー工場、ピッチ・マグネシア工場、製鋼部門前処理工場、冶金炉修理工場、製鋼設備修理工場）を統合して作られたコンビナート中最大の冶金部門である。製鋼部門は92種類の鋼の生産を行うことができる。

圧延部門 現在、圧延部門には4工場（粗圧延工場、条鋼圧延工場、中形材圧延工場、ロール旋盤工場）と圧延工場計算機センターが統合されている。

鋼圧延部門 この部門には5つの主要工場（鋼線・金属製品工場、一般消費材工場、溶接鋼管工場、家具・製材工場、溶接電極工場）と2つのサービス工場（機械設備修理工場、電気・エネルギー設備運転修理工場）が含まれている。

鋼圧延部門は生産工程上の関係の点で複雑な内部構造を持っているが、これは幅広い品目を生産するために様々な技術（金属の引抜とパス、鋼管製造、金属加工・木材加工・レーザー切断による一般消費材製造）が利用されているためである。

焼結鉱・石灰部門 焼結鉱・石灰部門には石灰焼成工場及び全ロシア鉱物機械処理設計研究所レニングラード支所の設計に基づいて建設された焼結工場が含まれている。焼結工場は粉碎選別作業場、焼結作業場及びポンプ・スライム作業場の3つの作業場からなっている。西シベリア冶金コンビナートには高層厚での装入物焼結法が我が国鉄鋼業界で初めて導入された。

改修・新技術

西シベリア冶金コンビナートでは条鋼連続鑄造機エリアの当面の工事段階が終了した。第1酸素転炉工場で条鋼連続鑄造機システム設置エリアの準備作業が完了した。設計年産能力100万～120万tの条鋼連続鑄造機による製品の生産開始は2006年に予定されており、「角形100」と「角形150」のビレットが生産される。プロセス設備供給契約はイタリアのDanieli社との間で締結された。この工場では140tレードル・ファーネス2基と組み合わせて3基の条鋼連続鑄造機の設置が計画されているが、これはそのうちの1基目となる。

コンビナートでは研究開発成果の導入が進められている。西シベリア冶金コンビナート中央研究所の専門家は2004年に73件の研究開発と技術開発を遂行した。コンビナートは新たな技術案のおかげで毎年約1億1,900万ルーブルを節約できると予想されている。遂行された研究の結果、コンビナートは6件の発明特許を取得した。2004年に生産に導入された最も有望な開発成果の中には次のような技術がある。

- ・ これまでにない特性を持つ数種類のキルド鋼の製鋼及びビレット連続鑄造機での鑄造技術。
- ・ 焙焼菱鉄鉱を利用するフラックス処理焼結鉱（fluxed sinter）生産技術。
- ・ 鑄鉄鑄造スラグ鍋の生産への導入。
- ・ 冶金用コークス生産のための新規炭田産の石炭利用技術。
- ・ 塑性レベルを向上させた強度等級A500Sの鉄筋製造技術の改善。新たな品目のH形鋼の開発。

最新式連続鑄鉄機の稼働が開始された。コンビナートで2ポジション式レードル・ファーネスの稼働が開始された。この2ポジション式装置は第2酸素転炉工場においてビレット連続鑄造機2基で造塊する前に金属320tを炉外処理するのに用いられる。現在、第2酸素転炉工場ではDanieli社製8ストランド条鋼

連続鋳造機が稼働しており、さらに Voest Alpine 社製スラブ鋼連続鋳銑機が建設中である。新規レードル・ファーネスによって転炉鋼生産時のフェロアロイと耐火物の消費量を削減し、また金属の化学組成を改善して鋳造ビレットの高い品質を実現することが可能となる。プロジェクトでは最新式ガス浄化システムの設置が予定されており、有害物質の大気排出量を最小限に抑えることができる。

計画作業期間は約2年間であったにもかかわらず、この最新式装置の設置作業はわずか10ヵ月間で完了した。レードル・ファーネス用プロセス設備は VAI Fuchs 社（ドイツ）によって行われ、スーパーバイジングもドイツの専門家によって行われた。

「酸素転炉での自動車廃タイヤ処理」という西シベリア冶金コンビナートの専門家によって開発された先進的技術が生産に導入された。環境専門家の評価によれば、この技術を導入すればノヴォクズネツク地方における廃ゴム製品再利用の問題を完全に解決することができる。

西シベリア冶金コンビナート

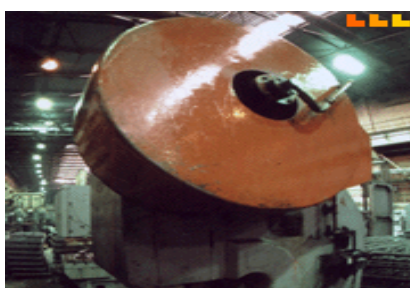
コークス化学部門



製鋼部門



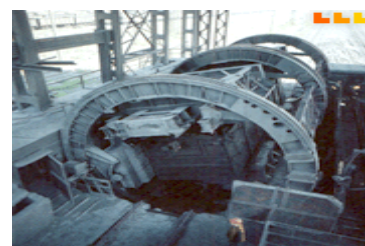
圧延部門



鋼圧延部門



焼結鉱・石灰部門



10. ノヴォクズネツク冶金コンビナート

公開株式会社ノヴォクズネツク冶金コンビナート（NKMK）はエヴラズ・ホールディング・グループの傘下企業である。クズネツク冶金コンビナート（KMK）の構造再編の結果、新子会社9社が設立された。これらの会社にコンビナート従業員約3万人（KMK従業員集団のほぼ全体）が移籍した。子会社全体の見通しを見極めた後、5つの子会社（「レリシィ KMK」、「スタリ KMK」、「クズネツク採鉱・選鉱コンプレクス」、「プロムストロイ KMK」、「シベリア商品」）の総資産を基礎に「ノヴォクズネツク冶金コンビナート」が設立された。ノヴォクズネツク冶金コンビナートはロシア最大の鉄道レールメーカーであり、地下鉄・路面電车用レールを生産している唯一の工場である。

生産製品 銑鉄（製鋼用及び鋳物用）、鋼、レール、レールボンド、条鋼、鋼板、粉砕用鋼球、アーク溶接鋼管、砕石、コークス化学製品（硫安など）、一般消費材（ハウロウ容器、亜鉛メッキ容器、金属製品）。

改修と技術

2005年までとされている改修第1段階では最も有望な部門として電気製鋼部門とレール・ビーム部門の設備更新が予定されている。その課題はレール・ビーム工場の上流部分の建て増しを行い、ビレット連続鋳造機で鋳造されたビレットがそのまま直接レール部門に入って来るようにプロセスサイクルを連結して一貫化することにある。約7,600万ドルの投資が必要となる。改修作業が終了すれば、コンビナートは良質なレール製品に対するロシア鉄道省の需要を完全に満たすことができるようになる。電気製鋼工場の生産量を2005年までに倍増させて年間製鋼量150万tとする一方、平炉による生産を段階的に必要がある。2006年以降、コンビナートは機械的特性がより高い、世界の品質規格に適合した高速鉄道用レールの圧延を開始する。

改修第2段階は銑鉄部門に関係する。専門家の意見によると、NKMKはこの方面でもかなりの潜在力を持っている。ケメロヴォ州南部とハカシアの豊かな鉱床の開発が以前から進められている。しかも石炭はすぐ近くにある。したがって銑鉄の原価が他より安くなることが約束されている。

主要設備 圧延機システムにはビレット圧延機「750」、条鋼圧延機「360」及び「290」だけでなく、1943年に設置された並列型の中形材圧延機「450」が含まれている。圧延機「450」は圧延機「360」及び「280」とともに幅各31.5mの4スパンに配置されている。圧延機「450」は炉区域によってビレット圧延機「750」の補助仕上げ区域に隣接している。

取鍋内での鋼底吹き装置の開発 取鍋内での鋼底吹き装置がコンビナートで開発された。この装置には金属ジャケットに納められた耐火吹込みランス、ガス送給装置を備える底部が含まれている。ランスは2つの耐火部品（ポーラス部品とスリット部品）からなっている。スリットは開口角度35°で配置されており、スリットの厚さは0.1mm以下である。この装置の利用によって鋼の攪拌を改善すると同時に、金属が装置を通過して進行する危険性を減少させることができる。

ウォーキングビーム炉の建設 レール・ビーム工場上流部分への連続炉建設プロジェクトの実施は、コンビナート設備更新プログラムの枠内におけるレール・ビーム部門改修の中で最重要要素をなしている。プロジェクト費用は3,000万ユーロ（10億ルーブル）と見積もられている。ウォーキングハース炉3基を

設置するという当初の計画は変更された。いわゆるウォーキングビームを備える最新の2列式炉1基の建設が2004年に開始された。ウォーキングビーム炉は電気製鋼工場から送られてくるビレットの均等加熱を確実にを行い、所要の幾何パラメータに完全に一致するレールを得ることができる。新装置の鑄造ビレット生産能力は年間150万tである。さらに、NKMK主任技師ピャタイキン氏によるとウォーキングビーム炉の利用によって装置の休止時間を短縮することが可能となる。現在、レール・ビーム工場の設備負荷率は70%にすぎない。このような現状は1990年代にロシアのあらゆる鉱工業企業に生じた経済的混乱に大きく関係している。新設備が始動すれば不定期休止時間を現在の10%に減少させることができる。

基礎部分建設に引き続く炉の次の建設段階は9月に開始される。プロジェクトのゼネラルコントラクターであるTechint社（イタリア）の専門家がNKMKに来る。操業エリアに油圧設備、電気設備など、炉の重要装置が設置される。炉のすべての金属構造物（シェル、コーニスなど）は現在、イルクーツク重機工場で作成中である。チャージング・ラックとロールガングはエカテリンブルグのウラルマシ社からコンビナートに納入される。あらゆる設備は11月までに納入される予定である。ウォーキングビーム炉は2005年3月に稼働を開始する予定である。

11. ノヴォシビルスク冶金工場

クジミン記念ノヴォシビルスク冶金工場は高品質鋼板、特殊鋼板、冷間圧延ストリップの有数のメーカーであり140種類以上の鋼・合金を生産する能力を持っている。多数の独占技術の開発者であり、機械製造用、航空機用、ロケット製造用、宇宙用金属製品の製造者である。同社の管製品は幅広い品目の冷間成形鋼管とアーク溶接鋼管によって代表される。同社では毎年新製品が導入されている。例えば2003年には、特に複雑な形状をした新形式の薄肉カルダン鋼管3種類、新たな寸法の軽量形鋼2種類、自動車産業用の熱処理鋼管と冷硬処理鋼管の生産が開始された。現在さらに6種類の新製品の導入が進められている。同社は2004年に耐食鋼（ステンレス鋼）の圧延を再開する。

技術と会社機構 ノヴォシビルスク冶金工場は一貫した冶金サイクルを備える企業ではなく（製鋼部門が存在しない）、主として西シベリア地域とウラル地域の冶金コンビナートから供給されるビレットやスラブを使用して操業している。同社の機構には次の主要工場、サービス工場及び部門が含まれている。

・熱間圧延工場：半連続圧延機「810」を備え、社内のすべての工場に熱延コイ

ル（厚さ 1.5～6.5mm、幅 350～730mm、コイル質量 2.5 t 以下）を供給している。

- ・ 2 つの冷間圧延工場：第 1 冷間圧延工場はロール成形機「PGS-400」によって冷間圧延ストリップと軽量形鋼（山形鋼、U 形鋼）を生産。第 4 冷間圧延工場は厚さ 0.5～3.2mm、幅 30～600mm の冷間圧延ストリップと鋼板を生産。
- ・ 3 つの鋼管工場：鋼板・鋼管工場は冷延鋼板の生産・仕上げ設備の中に鋼管アーク溶接機「20-102」を備えている。鋼管アーク溶接工場には鋼管アーク溶接機「20-114」2 基（1 号機、2 号機）と鋼管熱間絞り圧延機が設置されている。鋼管引抜工場は冷間圧延成形アーク溶接管と正方形・長方形断面成形管を生産している。この工場では鋼管以外にもロール成形機「PGS-600」による軽量形鋼（自動車道路のガードレールなど道路施設用）の生産が行われている。

改修 ノヴォシビルスク冶金工場では 2004 年 9 ヶ月間で 23 万 3,378 t 以上の市場向け金属製品が生産された（圧延材 10 万 419 t、冷間圧延ストリップ 1 万 2,664 t、鋼管 12 万 295 t）。前年同期比の増加率は 6.5%以上となった。それに劣らず重要なのは、常に需要の大きい圧延鋼板の生産量がほぼ 2 倍に増加したことである。価格で表示してみると 2004 年 9 ヶ月間における生産物（商品、サービス）の実質売上高は 30 億 4,510 万ルーブル（付加価値税抜き）であり、前年同期比 46.4%増となった。

ノヴォシビルスク冶金工場のために製鋼部門設備投資に関する事業化調査（F/S）作業を行っているレニングラード冶金工場設計研究所の専門家グループが同社に滞在して調査作業を実施した。現在、株式会社ノヴォクラマトルスク機械工場との間で「810」仕上げ圧延機群及び送出し用ロールガングの改修に関する交渉が再開されている。製鋼設備の改修も同社から提案されている。

ノヴォシビルスク冶金工場では設備能力をより完全に利用するための生産効率向上プログラムが策定されており、その一環として圧延機「20-102」ラインにおける成形管生産量が大幅に拡大されることになっている。この新たな試みにより、原価が低くしかも年間を通じて市場で需要の大きい寸法 40×40、50×30 及び 60×60 の新たな成形管の試作品を既に 2004 年 12 月までに製作し、これらを生産計画に含める可能性が出てきている。2005 年には新寸法の 100×100、120×80 及び 140×60 成形管の生産を導入することが計画されている。

大規模かつ重要な一連の施策が実施された。追加スタンドの設置も含めた 1 号圧延機「425」の大修理が行われ、生産性と圧延材の品質向上がもたらされた。ステンレス鋼の生産を再開するため第 4 冷間圧延工場酸洗部門の修理が行われ

た（現在、ステンレス鋼の注文を集めるための真剣な取り組みが工場営業部によって進められている）。また、鋼管アーク溶接工場の絞り圧延機と冷間鋼管引抜機の大修理が行われた。自前の電気製鋼部門の創設という大事業が計画されている。これによってスラブ供給企業に依存せずに済むようになる。現在、このプロジェクトの F/S に関する契約がレニングラード冶金工場設計研究所との間で既に締結されている。研究所の検討結果に基づいてノヴォシビルスク冶金工場電気製鋼工場建設の施工計画書が作成されることになっている。

12. クラスノヤルスク冶金コンビナート・シブエレクトロスタリ

冶金工場シブエレクトロスタリは鉱石からの鉄直接還元による製鋼法に関する実用試験工場として 1952 年に設立され、1955 年以降現在にいたるまで炭素鋼、合金鋼、ステンレス鋼及び合金を材料とする条鋼生産工場として活動している。冶金工場シブエレクトロスタリを母体として設立されたのがクラスノヤルスク冶金コンビナート・シブエレクトロスタリである。

同社の製品は機械製造業、工作機械製造業、国防産業など戦略的に重要な産業部門において利用されている。同社の主要生産施設は第 1、第 2、第 3 電気製鋼工場及び圧延工場であり、これらは一連のサービス部門（機械修理部門、石灰部門、ガス部門、熱動力部門、自動車輸送部門電力部門、金属製品部門及び工場中央実験所）によってサポートされている。

第 1 電気製鋼工場 合金工具鋼、炭素工具鋼、構造鋼、ステンレス鋼、耐酸鋼を製鋼している。製鋼用の原料はスクラップ、フェロアロイ、フラックス剤である。製錬は呼び容量 10 t のアーク製鋼炉で行われている。加熱源は電気アークである。製錬された鋼は先進的技術に基づいて主にビレット連続铸造機で造塊されている。ビレットは連続铸造機から圧延工場に送られ、圧延機「300」で条鋼に圧延される。圧延後、金属は熱処理され、ローラーくせ取り機でくせ取りされた後、選別され、結束梱包されてユーザーに発送される。第 1 電気製鋼工場及び圧延工場の設備は国産である。製品の生産に要する主なエネルギー消費は電力消費であり、石炭、重油、ガスは副次的な意義しか持っていない。

第 2 電気製鋼工場 鉄鉱石を回転炉で直接還元によって製錬した後アーク製鋼炉で再製錬する方法で純鉄を生産するための実用試験工場として 1960 年代末に建設された。工場の操業期間を通じて純度 99.99% の純鉄製造技術が開発・実用化、導入され、設備の改修が何回か行われ、その結果、セラミックス坩堝を備えるプラズマアーク炉による高合金鋼の生産を行うことができるようになった。

第 3 電気製鋼工場 主に製鋼区域、鍛造区域、熱間圧延区域、冷間圧延区域か

ら構成されている。この工場は丸形、正方形及び長方形断面の鍛造棒鋼及び熱延棒鋼、セレン及びベリリウムが添加された有毒な鋼・合金を材料とする微小寸法のテープ及び線材の生産用に設計されている。工場には強力なガス浄化装置、有毒廃棄物保管所、浄化施設ブロック、ルーム洗浄システムが備えられており、これらが工場の固定資産価額の半分を占めている。

製鋼区域にはるつぼ容量 0.3 t、1.0 t、1.5 t の開放型誘導炉と真空誘導炉が備えられている。設備の稼働が開始されて以来、これらの炉では高合金鋼、電気抵抗合金、軟磁性合金、精密合金、セレン・ベリリウム添加鋼・合金の製錬法が開発されてきた。

鍛造区域には落下部分の重量 5 t のハンマー 2 基が備えられている。この区域では正方形断面の鍛造ビレット（仕上げ加工用の材料）と直径 60～120mm の丸棒鋼が生産されている。

熱間圧延区域には難成形性の鋼・合金を材料とする直径 10～40mm の丸棒鋼圧延用の複合式圧延機「450/300」が備えられている。

冷間圧延区域では鉄ニッケル及びステンレスの鋼・合金から厚さ 0.25～2.0mm のテープが生産されていた。この区域には冷間圧延機 2 基、ズンドウィグ社製テープ研磨ライン、国産テープ切断ライン 2 系列、コミク社製テープ切断ライン、テープ熱処理装置 2 基、テープ乾式クリーニング装置が備えられている。冷間圧延機での再圧延の材料となるビレット（圧延素材）は購入品である。この区域は 1994 年から休止状態にある。

コンビナートの現在の主要製品 炭素工具鋼、炭素構造鋼、ステンレス合金構造鋼、耐酸鋼及び抵抗合金を材料とする丸形、正方形及び長方形断面の形鋼（円径 12～40mm に相当）、鍛造丸棒鋼（直径 60～120mm）、釘など。

クラスノヤルスク冶金コンビナート・シブエレクトロスタリは 5 ヶ月間の休止の後、2004 年 6 月から生産を再開し、再び鋼の製錬を開始した。

13. グリエフスク冶金工場

公開株式会社グリエフスク冶金工場は 1816 年に設立されたシベリアで最も古い冶金企業である。従業員は 2,500 人である。同社の平炉工場では過去 80 年間に 800 万 t 以上の鋼が生産された。現在、製鋼部門に特に注意が払われており、その戦略発展プログラムが策定されている。2002 年 10 月に新たな 100 t 平炉が稼働を開始、2003～2004 年にはさらに 110 t 平炉 1 基が建設された。製鋼部門発展戦略プログラムに基づき、平炉工場では 2004 年から鋼の炉外処理技術導入事業が開始された。工場は注入方式をストッパー式からスライディングノズル式に転換し、不活性ガスによる取鍋内吹錬法を導入した。

グリエフスク製圧延材はロシア、CIS 諸国、アジアで大きな需要がある。グリエフスク冶金工場の圧延工場は 2005 年に建設 80 周年を迎える。この間、圧延工場は 1300 万 t の圧延材を生産した。1933 年から粉砕用鋼球を生産している。鋼球圧延工場は 1993 年に独立生産部門となり、直径 25～100mm の鉱物原料粉砕用の高品質鋼球を生産している。

14. アムールメタル



コムソモリスク・ナ・アムール市にあるこの冶金複合体は極東唯一の鉄鋼メーカーであり、機械製造、造船その他の産業部門の企業に鋼板、条鋼及び軽量形鋼を供給している。鉄鋼企業各社によって 2004 年には 63 万 5,000 t の鋼と 59 万 t の圧延材が生産された。

アムールメタルは電気製鋼炉で鋼を製錬し、連続鋳造機で造塊したビレットから小形線材圧延機で鉄筋と線材コイルを製造し、また熱延等辺山形鋼、六角棒鋼、鋼板を生産している。その特性の点でウラル・極東地域唯一の鋼板圧延機が使用されている。公開株式会社アムールメタルの株式の 52.24%はアルファ・エコー社が保有している。もう一方の大株主はハバロフスク地方行政政府で 39.94%を保有している。残りの株式は個人株主が保有している。

アムールメタルは鉄鋼スクラップの条鋼・鋼板への加工に従事する近代的な電気製鋼企業である。2003 年 11 月に公開株式会社ロシア石炭という新たな所有者が出現したことによって同社の地位は著しく強化され、以前分離された諸企業（公開株式会社 PODV メタル、公開株式会社極東製鋼工場など）が再統合されて一体化し、従業員数が増加した。

経営会社である「シベリア・アムール・スタリ」は大幅増産路線を選択した。スクラップ加工部門の近代化（第 2 電気製鋼工場へのレードル・ファーンネス設置）が進められている。第 2 電気製鋼工場のスラブ連続鋳造機設置プロジェクトの策定、また鋼板圧延部門の増産が計画されている。

工場改修によって 2006 年からは鉄鋼製品生産量を 100 万 t レベルに引き上げることが可能となり、これによってロシア極東の条鋼、線材及び鋼板に対する需要を完全にカバーすることができる。