

25X1

Page Denied

Next 2 Page(s) In Document Denied

Translation from Serbo-Croatian.
Elektrotehnika, vol.8, No.1, 1959, p.85-93.

UNCLASSIFIED

PRODUCTION OF OXYGEN-FREE COPPER FOR THE
ELECTRICAL INDUSTRY IN YUGOSLAVIA.

Dragoslav Janicijevic, Chief Metallurgist,
Fabrika Kablova Svetozarevo, Svetozarevo, Yugoslavia.

SUMMARY

During the past two decades, electric furnaces have increasingly replaced conventional reverberatory furnaces for copper melting. Two types of electric furnaces are used, arc furnaces and low frequency induction furnaces. The latter type, in conjunction with a special casting process, under exclusion of air, is used today to produce copper wire bars of superior quality which is known on the world market as oxygen-free copper of high conductivity.

A plant for production of this type of copper, the third in the world, started operation in June 1955 at the Fabrika Kablova Svetozarevo. The present paper briefly describes the quality of oxygen-free copper, the history of the special process, and the production methods and equipment used at the Fabrika Kablova. Finally, some idea is given of actual operations and product controls.

UNCLASSIFIED

INTRODUCTION.

Yugoslavia was known as a source of cathode copper of good quality even before the construction of the Fabrika Kablova "Mosa Pijade" at Svetozarevo and of the Copper and Brass Mill at Sevojna. The installation of these two large plants, in addition of the few older copper producers, has meant a transformation in the copper industry of the country. The copper processed in 1957 was 76.5% of the entire Yugoslavian copper output, 41.6% being passed through the casting shop and rolling mill of Fabrika Kablova.

Despite this strong increase in capacity, which led to a brilliant export trade, the Fabrika Kablova Svetozarevo began by importing cathode copper, for the first time making Yugoslavia an importer of copper.

Today, the Fabrika Kablova have established a good reputation even beyond the borders of Yugoslavia, but little is known of its production methods. The success of the enterprise may be ascribed to the choice of producing oxygen-free copper.

It has been customary in the past to produce wire bars at the electrolytic refinery. When the Fabrika Kablova Svetozarevo were planned, it was decided to depart from conventional practices and to cast the wire bars right at the wire and cable plant. Several melting and casting methods were considered, such as stationary or rotary

reverberatory furnaces, horizontal casting wheels, and others. Finally, it was decided to use a process for production of oxygen-free copper. Today, the Fabrika Kablova Svetozarevo is the only plant in the world whose entire production consists of oxygen-free copper. The plant has now been in operation over two years (in 1959) and it has been found that the choice of process and equipment was entirely justified.

This paper is intended to acquaint the engineering public in general with something new in metallurgy, with a process that has been tested in our country for several years.

WHAT IS OXYGEN-FREE COPPER?

Oxygen-free copper is a type of copper produced by a patented process, and until recently it was manufactured exclusively by the U. S. Metals Refining Company, Carteret, New Jersey, a subsidiary of American Metal Climax, Inc., under the registered trademark "OFHC".

Oxygen-free copper is not deoxidized copper, i.e., copper from which the oxygen was removed by means of phosphorus, lithium, or some other metallic or metalloid reducing agent; it is a copper which has not been oxidized during remelting, and therefore requires no oxygen removal. Copper from which oxygen has been removed by some agent is called deoxidized copper.

Oxygen-free copper is produced in equipment which maintains the molten metal protected from contact with air throughout the entire process. The selected cathode copper is converted directly into the desired cast shape under strictly controlled conditions, thus avoiding contamination of the pure electrolytic copper.

This type of production assures a very high quality metal with a copper content ranging from 99.95% to 99.99%. Since the impurities are kept very low - of the order of about 0.01% - the metal has the characteristics of pure copper. Some of the important properties of oxygen-free copper are the following:

a) High Ductility. This metal has a remarkable capacity for undergoing successive drawings without intermediate annealing. Ductility of oxygen-free copper is practically unchanged by cold deformation. Therefore, it is particularly suitable for any type of deep drawing. The occurrence of "ears" is unknown in this type of copper.

b) High Electrical Conductivity. It is assumed that the conductivity of copper is affected by the presence of unoxidized impurities in solid solution. Oxygen-free copper guarantees high conductivity because of its high purity and freedom from impurities.

c) Immunity to Embrittlement. When heating oxygen-containing copper to a relatively high temperature in a hydrogen-containing reducing atmosphere, the oxide is decomposed - under formation of water vapor - breaking down the edges at the crystal boundaries and impairing metal quality. Oxygen-free copper is immune to this type of deterioration, and therefore is well suited to gas welding, bright annealing, and other operations where copper comes in contact with hot hydrogen. Thus, this copper type is particularly suited for applications in electronics for high-vacuum components because it does not break or become brittle, as is the case with copper containing oxygen.

d) Ability for Form Hard Adhesive Oxide Skins. This is one feature of oxygen-free copper of particular advantage to the electronics industry. When this copper type is heated above 800 C (1470 F), a hard adhesive oxide skin is formed on the metal surface which permits a permanent tight connection with glass and guarantees a permanent vacuum in electronic tubes. Copper containing oxygen or phosphorus, even as little as .0005%, does not have this property.

e) High Softening Point. Since the impurities are present in solid solutions, oxygen-free copper softens at a higher temperature than ordinary copper after cold deformation. Elements in solid solution, even when present in very small amounts, raise the softening tempera-

ture. Therefore, oxygen-free copper is well suited for apparatus and machinery working under difficult conditions where the metal is subject of special stresses in addition to a higher temperature.

f) Low Vapor Pressure at Very High Vacuum. There are no gas occlusions in oxygen-free copper, a result achieved by the high densities obtained with this casting process (8.89 to 8.93 kg/dm³ in the as-cast condition). Furthermore, there are no impurities present that may have a low vapor pressure at various temperatures under high vacuum. This property is of particular importance for production of high-emission tubes.

In addition to the above properties, oxygen-free copper has other characteristics different from those of ordinary or deoxidized copper, such as high impact resistance, creep resistance, excellent anode distribution during plating (electrolytic coating), etc.

During World War II, oxygen-free copper was in great demand and the metal was rationed. It was used for making electronic tubes for radar equipment and thin-walled tubes for aviation heat exchangers. In our country, oxygen-free copper is used chiefly in the production of several types of cables and conductors and to a smaller extent in the electronics industry; from the beginning, it has shown its superiority, both from the point of view of quality and of processing and workability range of the metal.

HISTORY.

Oxygen-free copper was little more than a metallurgical curiosity until the Scomet Engineering Company started its Summey induction furnace with two melting chambers, the first and largest plant in the world, to begin commercial production. Before that time, only small quantities of dubious value and quality were obtained from laboratory experiments.

The first attempts to obtain oxygen-free copper were made as early as 1919 in the foundries of the Scovill Manufacturing Company, Waterbury, Conn. However, this company was not in a position to continue the very promising work that had been started. Almost ten years passed until means were found to continue with these early experiments.

In 1928, an agreement was reached with the American Metal Company, Ltd. (now known as American Metal Climax, Inc.), on the basis of which facilities were made available at Carteret, N.J., for the production of oxygen-free copper by its wholly-owned subsidiary, the U.S. Metals Refining Company. The oxygen-free copper manufactured by this company since 1931 has been sold under its sole and exclusive "OFHC" trademark.

The complete success of this venture was jeopardized at first by the frequent breakdowns of the refractory lining in the Summey furnace inductors. Even then, high conductivity oxygen-free copper was produced to satisfy

the great demand, but a conventional reverberatory furnace was used for the preliminary refining by the classical method, supplemented by passing the molten copper through a charcoal-filled deoxidizing unit.

During World War II, the demand for oxygen-free copper increased beyond the available productive capacity. For this reason, and because of the many other advantages of the process, a new production unit was erected at the U.S. Metals Refining Company and started operations in 1942. This plant uses a Summey induction melting furnace with oscillating movement and a protective atmosphere, eliminating the reducing unit. The refractory material used for the inductors in this furnace is now more carefully chosen and the inductors are more durable; many other improvements have been made to the process, such as moisture removal from the protective gas used, etc. This furnace is still in operation today, producing 7-8 tons per hour of "OFHC" copper in commercial shapes.

At the beginning, the metal was cast into vertical molds and most oxygen-free copper still is produced in this manner; however, continuous casting was first applied in 1942, initially with Welblund-Benard, or INCO, casting machines and, after 1948, with Junghans-Rossi casting machines. In all instances, casting is conducted under a protective atmosphere.

UNCLASSIFIED

The basic disadvantage of the Summey furnace was the long time required for replacing an inductor (10-15 days), and the relatively short inductor life (4-8 months), and this led to the development of the Scomet and Ajax-Scomet furnaces. One such furnace was installed at Pori, Finland, by the Outokumpu Mining Company in 1939, which operated the furnace and produced oxygen-free copper under license by the Scomet process. These casting furnaces have a single chamber serving for both melting and pouring, and casting is done into vertical water-cooled chill molds on a rotating wheel, using a reducing unit.

Towards the middle of 1952, negotiations were started and at the end of that year (December 10, 1952), a contract was signed with the Ajax Engineering Corporation of Trenton, N.J. This contract enabled construction of the third plant in the world to produce oxygen-free copper by the Scomet process, at Svetozarevo, Yugoslavia. Construction took about two years. The new plant differs from the two above mentioned operations in that the casting shop at Svetozarevo is more modern and highly automated, its entire production being cast by Junghans-Rossi casting machine. The basic shape cast here is the wire bar. Figure 1 gives a general view of the casting platform.

BRIEF DESCRIPTION OF PROCESS.

Copper cathodes are produced by electrolytic refining, the most perfect method of purifying the metal; because of their shape, however, the cathodes have to be remelted

UNCLASSIFIED

and cast into commercially desirable shapes. Before electric furnaces were used, remelting was carried out in reverberatory furnaces which make it impossible to avoid contamination of the high purity copper cathodes, and therefore a complete fire-refining process is required. Today, according to American statistics, 80% of all primary copper produced is in the form of cathodes; 72% are still remelted in reverberatory furnaces and about 8% in electric furnaces, of which 3.2% are used for production of oxygen-free copper in low frequency induction furnaces, and about 4.8% are remelted in electric arc furnaces.

The contamination of the high-purity cathode copper inevitably occurring in the reverberatory furnace called attention to the advantages of electric furnaces. It was found that economical remelting of the cathodes would ordinarily have caused contamination unless the small amounts of sulphur and gases usually entrapped in the charge are eliminated. This idea forms the basis for the patented process of remelting cathode copper under a protective atmosphere, and for the production of oxygen-free copper of high conductivity.

Figure 2 shows a schematic diagram explaining the production of oxygen-free copper at the Fabrika Kablova casting shop: Electrolytically refined first-quality copper cathodes (1), containing at least 99.96% Cu, and having a fine-grain structure, hard and dense, without large amounts of nodules, well washed, with sulfate removed

as much as possible, with no carbon, pigments, or other impurities of any kind, are charged continuously into the melting furnace (3). The metal flows continuously from this furnace through an electrically heated launder (4) into the pouring furnace (5). From the pouring furnace, the molten copper flows at a precisely determined temperature into the bottomless chill mold (7) in which the metal solidifies into the shape of the wire bar. Beneath the chill mold, in a special chamber, ring-shaped sprayers (8) are located which cool the wire bar to room temperature. From this chamber the water runs into the sewer and the wire bar passes through a rubber wiping box to transport rolls (9) which draw it down at a constant speed towards the saw. Cutting the wire bar into determined lengths is done automatically by a mechanism moving downwards with the wire bar, which consists basically of clamps (10) holding it firmly, a rotary saw (11) which moves horizontally, and a basket (12) for transfer to the gravitation conveyor (13). In both furnaces the molten metal is covered with a layer of charcoal (2).

The protective gas is produced in a special group of apparatus, starting with a "Galusha" gas producer (14) from where it passes through a scrubber (15), a sulphur remover (16), a gas converter (17) for complete combustion of the producer gas, and a refrigerator (18) for moisture removal; thence to another generator (19) of

UNCLASSIFIED

"drycolene", where the converter gas is reduced in a re-tort by red-hot charcoal. The reduced gas is filtered at (20) and passes to the hood (6) above the chill mold and into the melting furnace, the heated launder, and the pouring furnace, eliminating all possibility of contact between molten metal and atmosphere.

MELTING AND CASTING EQUIPMENT AT THE FABRIKA KABLOVA SVETUZAREVO

A. The Melting Furnace consists of a hexagonal welded-steel drum with openings at both ends, for cleaning the furnace and charging charcoal, respectively. The cathode charging door is located at the center of the drum's upper end, slightly above the horizontal plane passing through the horizontal axis of the drum. A pair of openings is provided on each side of the lower half of the drum for installation of the inductors. Figure 3 shows the construction of this furnace.

At the front end of the furnace, at the side where the charging door is located, a launder is arranged in such a manner that the discharge opening is located at the center of rotation of the furnace, i.e. slightly below the center of the furnace drum. The furnace is mounted on a frame and rolls and may be inclined to 30° by means of a hydraulic mechanism.

Attached to each side of the drum are two twin-coil inductors, each rated 300 kw at 575 Volts, 50 cycles. Thus, the furnace has a total power rating of 1200 kw and a maximum melting rate of 4.3 tons per hour.

Each of these inductors has its separate control unit rated 300 kw, 575 V, 50 cycles, single-phase, with built-in circuit breakers, autotransformer, high and low voltage power contactors, etc.

All four power control units in turn are connected to a single operating panel from which the entire melting furnace is controlled automatically.

The furnace drum is lined with special refractory insulating blocks. The approximate analysis of this material is: 45% Al_2O_3 and 52% SiO_2 . Expansion at 1175 C (2150 F) is about 0.5%. The material has a high crush resistance and its apparent porosity is less than 20%. The "deep connection" principle is used in construction of the lining, using a minimum of cement, and grinding the surfaces of contact between individual blocks. Meticulous care is necessary in preparing, drying, heating, and emptying the furnace so as to insure long lining life and economical operation of the furnace. Lining life is further influenced by the oxygen-free copper being melted, a metal which does not "wet" the refractory. The lining is installed by skilled workmen who carefully follow specifications and directions. Every block must be set tightly and precisely into the lining to give long continuous service. Of particular importance is the accurate positioning of the various "guide points" in the lining, such as the opening for the launder, the inductors, and the top bricks finishing the lining. The block forming

the opening to receive the launder must be perfectly bonded with the launder itself. At the inductor openings, the lining must have a completely smooth surface on which the inductor will attach well.

When drying the refractory lining, it must be considered that water cannot evaporate through the outer surface since this is a steel shell. Therefore, it must leave the lining through the inner surfaces. Drying takes about one month.

Before starting operation of the melting furnace, the lining is heated from the inside to at least 900 C (1650 F). When it throws sparks, the lining temperature is held and raised no more than 100 C (210 F) in 24 hours. The furnace is maintained at 900 C for one or two days before molten copper is charged.

The melting furnace inductors are also of welded-steel construction and contain the necessary nonmagnetic sections, cores, primary coils, blowers for cooling the primary coils, and refractory material for lining the inductors. Figure 4 shows a cross section of such an inductor.

In preparing the refractory lining of the inductors, special care and techniques are required to insure long operating life. Lining begins with the laying of asbestos and mica sheets, continues with light insulating bricks, and ends with a rammed refractory for filling the joints. The ramming mixture used is a sillimanite with the approximate analysis 41% SiO₂, 56% Al₂O₃, and small amounts of

UNCLASSIFIED

CaO, MgO, and Fe₂O₃; loss upon heating, 0.4%. Grain size is of importance as well as moisture content, which is about 4% in the mixture when ready for application.

The techniques of preparing the lining and applying the ramming material to the inductor, as well as the quality of the material, may insure a long operating life. Normal inductor life under continuous operation appears to be about 1½ years. At the Fabrika Kablova Svetozarevo, the melting furnace inductors now have been in continuous operation for 2½ years, have remelted 35,000 tons of copper cathodes, and are still in first class condition.

Before being put in operation, the inductors must be air-dried for about two weeks, then dried by electric heat for at least 3 months, keeping the lining at a temperature between 60 and 80 C (140-180 F). During this time, the lining is transformed into a monolithic block. The longer it is dried, the better. After the inductor is attached to the furnace drum, and before charging the first molten metal, the inductor channels are heated to at least 950 C (1740 F).

The furnace is started in operation by a charge of molten metal, but only when the secondary coil of the inductor has been put under voltage. Molten metal for starting is prepared in a small portable furnace of 4-ton capacity. The charge is poured and, if necessary, deoxidized to minimize oxygen content. The furnace is then

rotated to 30° and the first two inductors charged and power applied at 35 kw each; the furnace is then placed in a horizontal position and the other two inductors are charged with molten copper in the same manner as the first two. The molten metal surface is now covered with a charcoal layer to prevent oxidation of the metal. This layer is about 10-15 cm (4-6 in.) thick and the charcoal used has a grain size of 2.55 cm (1-2 in.). The furnace is then slowly charged to its normal capacity with copper cathodes. Total capacity is of the order of 13.5 tons. The minimum metal content under operating conditions is 6.1 tons, with the furnace inclined to 18° in a clockwise direction.

When charging, the cathodes open the furnace charging door by their own weight, and after they have entered the furnace door closes by its own weight so that the furnace practically remains closed at all times and it is possible to maintain a protective atmosphere in it; at the same time, charcoal consumption to cover the molten metal is reduced to minimum.

Discharging speed is usually governed by the melting furnace and by the voltage available from the power supply lines. With full voltage available, the maximum capacity of 4.3 ton/hour is obtained. Normal melting rates range from 3.17 to 4.0 tons/hour. During normal operation, furnace temperature is held to 1170-80 C (2140-2160 F), and fluctuates within ± 20 C (70 F). Temperature variations of this order are a problem in continuous casting and therefore a pouring furnace was provided.

B. Electrically Heated Launder. The molten metal flows from the melting furnace to the pouring furnace through a closed, electrically heated launder using electric rod heating elements. The construction is shown in Figure 5.

Electrically, the launder is divided into three sections, each of which has its control unit and autotransformer to regulate voltage and, thereby, temperature. Each section is rated $7\frac{1}{2}$ kva, 575 V, 50 cycles, single phase.

The launder is connected with the melting furnace exactly at the center of rotation of the furnace so as to take advantage of the smooth bricks to make an outlet for the protective gas introduced at this point. At the pouring furnace end of the launder, there is a 90° elbow which forms an extension of the launder, of heat-resistant steel and refractory lined; this elbow connects with the pouring furnace and metal is charged through it into that furnace.

A thermocouple is attached to each launder section to control temperature which is normally held at 1030-1050 C (1885-1920 F). Since molten metal flows through the launder in a continuous stream, protected by a reducing gas, the electric heating elements have a very long life. More than six months pass before their efficiency decreases to such a degree that they have to be replaced.

C. Pouring Furnace. This unit, too, is of welded steel construction, designed to hold and cast molten copper into a Junghans-Rossi continuous casting machine. The furnace has four main parts: the furnace body, the spout, the lid, and the inductor. The portion of the furnace where the inductor is attached, as well as the inductor itself, is lined with a sillimanite rammed refractory applied by a special process, and the remaining portions of the furnace are lined with special insulating refractory bricks having ground surfaces. The quality of the refractories used here is the same as for the melting furnace. The pouring furnace spout is purposely constructed of fire-resistant material and has a zirconia insert for pouring, a silicon carbide muffle with heating elements inserted, silicon carbide slabs, etc. Figure 6 shows a cross section through the pouring furnace spout construction.

The drying, preheating, and initial operation has been described in detail above and must be strictly adhered to. The furnace is designed to be tilted forwards and backwards and at the same time shifted horizontally, all by a hydraulic mechanism.

In addition to the charcoal layer on the melt, a protective atmosphere is introduced into the furnace which penetrates into the launder and acts as protection at this point where no other protective cover exists.

UNCLASSIFIED

The pouring furnace inductor is rated 100 kw, 575 V, 50 cycles, single phase. It has its own control unit and electrical apparatus for completely automatic operation. Installation and insulation of the inductor are the same as for the melting furnace inductors. However, in this case lining life normally will be about three years under continuous operation. Figure 7 shows the pouring furnace inductor which is of different design than the melting furnace inductors.

The holding capacity of the pouring furnace is about 2.5 tons. Before tilting the furnace for pouring, metal temperature is increased to 1200 C (2190 F), but the normal pouring temperature of 1150-1160 C (2105-2150 F) is reached within the first 10-15 minutes. Temperature fluctuations in the pouring furnace are of the order of ± 2 C, a factor of great importance to the successful continuous casting of this metal.

Both the pouring and melting furnaces are automatically controlled by thermocouples and electric pyrometers registering the temperature. Otherwise, it would be impossible to regulate furnace temperature as the furnaces are completely enclosed.

D. Junghans-Rossi Continuous Casting Machine. The only casting method used at our plant is continuous casting with a Junghans-Rossi machine. This machine operates at casting speeds from 0 to 1524 mm/min. (for cross sections of 4" x 4", about 8 ton/hour). Maximum width attainable is 153 mm (6" x 6" square) and minimum width is 51 mm (2" x 2" square).

Casting length is adjustable up to 1524 mm, our present standard length being 1140 mm.

The main components of the casting machine are: the casting table with chill mold and water sprays (upper unit), the main drive and transport rolls (middle unit), and the saw with its hydraulic mechanism for cutting the wire bar (lower unit).

The chill mold is arranged in the center of the casting table, at the vertical axis of the saw clamps, with the transport rolls holding the wire bar in position. The casting platform moves up and down within from $\frac{1}{2}$ " to $1\frac{1}{2}$ ", adjustable in steps of $\frac{1}{8}$ ". When casting our 4" x 4" wire bars, the casting table movement is of the order of $\frac{5}{8}$ ".

Before starting operation, and after any adjustments, the casting machine is synchronized. This means that the downward motion of the chill mold must be the same as the peripheral movement of the transport rolls so that there can be no relative movement between the mold and the bar being cast. The upward movement of the mold is about three times the speed of the downward movement. The wire bar is first cooled by water in the chill mold and emerges at a temperature of 850-900 C (1560-1650 F), and is subsequently cooled to room temperature by water sprays. The cooled wire bar then passes a rubber wiper and the water is conducted from the cooling chamber into the sewers

UNCLASSIFIED
by tubes. Figure 8 shows this middle unit with the main drive, transport rolls, and casting table mechanism.

In addition to withdrawing the wire bar from the mold at a constant speed, which is governed by the casting speed, the transport rolls at the same time cause the wire bar to push down the basket receiving the cut wire bar, thus actuating the entire flying saw operation when the bar has reached the determined length.

The saw is completely automatic and operates with three different systems, hydraulic, pneumatic, and electric. As the wire bar - withdrawn by the transport rolls at a specified speed - strikes the bottom of the receiving basket, it pushes the basket downwards until it reaches its determined length. At this point, the pneumatic system actuates the hydraulic system and starts the sawing cycle by means of a series of valves which open and close one after the other, and change the direction of the oil in the lines. The saw clamps grasp the wire bar tightly and the saw operating platform then moves downwards with the wire bar through a series of steps. The motor operating the saw blade works continuously. After the clamps have grasped the wire bar, the saw is pushed to the wire bar horizontally at a set speed by hydraulic means; the sawing speed is adjustable, depending on casting speed and on the sharpness of the saw. After the wire bar is cut, the saw is withdrawn to its original position and the motor operating the platform is started to bring it back to its upper starting position. In the meantime, the basket is lowered pneumatically and the wire bar transferred to the gravity

conveyor, whereupon the basket returns to its upper posi-

UNCLASSIFIED

tion. The cycle is repeated for each successive cut. Figure 9 shows the saw during the cutting operation.

The chill mold used for casting this type of copper differs from those used for casting copper alloys or aluminum. It consists of a monolithic copper block with ducts drilled in for suitable water cooling. The profile to be cast is cut out from the center of this block and the inner surfaces are machined, polished, and chrome-coated (.05 mm) so as to obtain the greatest possible smoothness and to reduce friction between cast bar and mold surface. Accordingly, at any interruption of the casting process and before restarting, the mold is cleaned and polished with a special polishing material, using a special flexible-shaft tool. Completely smooth surfaces are obtained in this manner and no milling of the surfaces is required.

A hood is placed over the top of the chill mold and a protective atmosphere introduced so that the molten metal will not come into contact with the air. In addition, butane gas is introduced through a ring for lubrication; with the high metal temperatures and in absence of air, this decomposes into H_2 and C. The carbon is precipitated in the form of soot on the metal surface and is constantly drawn against the mold walls where it acts as a lubricant. The proportions of protective gas and butane in the chill mold are of great importance for successful operation and for the quality of the casting. Just sufficient gas should

be applied to force the air slowly out through the hood, and if this is attained, the amount of butane used usually is of 200-300 ml. With these proportions, it is obvious that carbon settles on the metal surface, and also the bright surface of the metal. If butane is used excessively, spots and occlusions are formed which will appear as impurities on the wire bar surface.

Correct cooling in the mold is extremely important for the continuous casting of copper. The soundness of the casting depends on uniform cooling in the mold and by the sprays, and the slightest irregularity in this respect leads to rejects. Roughly speaking, one third of the entire amount of heat is removed in the mold. The remainder is removed by the sprays. The approximate water consumption of the mold for a 4" x 4" section is 70-90 liter/min. and 130-200 liter/min. are used in the sprays. Deoxidized copper and copper alloys present no problem in continuous casting, but electrolytic tough pitch copper from reverberatory furnaces has not yet been cast successfully by a continuous process, although experiments have been made in that direction for a long time and are still being conducted.

Before casting begins, the first wire bar is inserted about two thirds into the chill mold and the space between mold and casting is filled with asbestos strips. The mold table is set at its highest position and the speed is set for starting. Normally, casting temperature is held between 1150 and 1165 C (2100-2180 F), but for starting it

is increased to 1200 C (2190 F) so as to prevent freezing of the downspout; within the first 10-15 minutes, the temperature is then decreased to normal. It seems obvious that a carefully standardized procedure is required in starting and casting.

Up to the present, the maximum production for any one day has been 95 tons. During 1959 it reached 103 tons/day. Normal daily production runs around 80 tons.

E. Production of Protective Atmosphere. Since the production of oxygen-free copper consists only of the conversion of high-quality copper cathodes into suitable shapes (in this case wire bars) for further processing - while at the same time maintaining the quality of the cathode metal - the remelting process is carried out under a specially prepared protective atmosphere which is of primary importance to the entire production process.

This protective atmosphere is produced in a group of apparatus designed to yield as an end product the desired gas composition. Figure 10 shows a schematic view of this apparatus.

The equipment to produce the protective atmosphere for the oxygen-free copper casting shop at the Fabrika Kablova consists of the following: An apparatus to produce gas from charcoal, a gas scrubber for washing and cleaning, an apparatus for removal of water vapor, and an apparatus for converting carbon dioxide into carbon monoxide, with filters.

Charcoal is burned in a small "Galusha" gas producer lined with insulating and refractory brick, and equipped

with an air blower; normal producer gas is made with an approximate composition of 16% H₂, 27% CO, 5% CO₂, 1% CH₄, remainder N₂, and an approximate heat value of 1330 kcal/Nm³. This generator can burn up to 20 kg of charcoal per hour. The cold washed gas gives about 87% of the total heat in vigorous firing, up to 4,660,000 kcal/hour. If needed, less charcoal may be burned to produce smaller amounts of gas per hour. Our normal production requires about 140 kg of charcoal per day, or 5.8 kg/hour. Grain sizes range from 50 x 50 mm to 25 x 25 mm.

The gas so produced is first cleaned in a scrubber to remove dust and tar and, if needed, SO₂. The scrubber is filled with hard washed coke, of a grain size of 3/8" to 3/4" in the lower half, and 3/4" to 1/2" in the upper half. Gas is discharged from the bottom; there is a water outlet at the bottom and a water spray at the top of the scrubber.

Charcoal was chosen as fuel because of its low sulphur content. Since sulphur is highly detrimental in copper, particularly in the form of H₂S; nevertheless, a sulphur remover is used which contains sawdust impregnated with iron oxide (Fe₂O₃), and the following reaction occurs as the gas passes through this:



The cleaned producer gas is sent to the converter by a gas pump with a constant pressure of 0.211 atm. The gas-air

proportion to the converter is carefully controlled by measuring instruments and they are mixed, compressed and burned. The burner is located in a reaction chamber filled with catalytic bricks of a special kind which help to complete the combustion process. The gas from this chamber is composed of CO_2 and N_2 .

Some of the moisture is removed in the converter cooler which brings the gas to a temperature of 17-18 C. The gas is then conducted to a refrigerator and chilled to +2 C, thereby losing the major amount of water.

This gas - now containing only CO_2 and N_2 - goes to a "drycolene" generator. This is actually a retort of heat resistant steel, filled with charcoal of carefully controlled grain size, which has its outside walls heated so as to maintain the retort temperature and charcoal temperature at 1050 C (1920 F). The gas enters the retort at its lower end, passes through a layer of glowing charcoal, and exits through a dust filter from where it goes to the casting machine where it serves as a protection.

As the CO_2 passes through the glowing charcoal at 1050 C, it is reduced to CO, and yields a gas with the following analysis: 20-25% CO, .5-1% CO_2 , .5-1% CH_4 , .5-1% H_2 , remainder N_2 . This is the protective atmosphere which prevents the molten copper from coming into contact with air.

The entire gas generating apparatus is provided with instruments, regulating valves, safety devices, etc., to

operate continuously and very quietly. Though the apparatus is ideal for automatic analyzing, the gas in principle is controlled by an Orsat apparatus. Figure 11 shows this equipment.

PROCESS AND PRODUCT CONTROL.

A method of statistical process and product control was adopted for the casting operation. The completely continuous melting and pouring process, together with the full mechanization and automation, allows a high degree of control and accuracy.

According to the manual of instructions, process control is carried out at the five key points where a certain amount of information is recorded at precisely determined times to indicate the condition of that particular portion of the equipment. In addition to the standard recording of instrument readings, every change is recorded together with the exact time when it occurred. This is often accompanied by remarks and comments by the foreman in charge of the section. By recording the process in this way, for one thing, the foreman in charge of a section is compelled to record readings from various instruments at specified intervals and note at the same time any changes that may have occurred, and if so, take the necessary steps; also, the total information gained in this manner from all key points at the same time intervals give a clear picture of the process and of its accomplishment. Based on this

UNCLASSIFIED

information, the process may be speeded up or slowed down, improved upon and supervised.

These data, collected for each shift, also serve as a basis for daily reports on plant operations, listing all essential data such as amount of metal melted, hourly melting rate, average melting rate in tons per hour, amount of metal poured, analysis of casting machine operation, yield, amount of rejects and scrap, with analysis thereof, electric power consumption per ton of production, consumption of charcoal and other materials required in the operation and maintenance of the plant, etc. These data are an adequate basis for a complete economic analysis of the plant. Evidence of this kind made it possible in the course of this year, by supplementing the capacity and taking other measures at the plant, to reduce electric power consumption per ton of finished product from 470 to 350 kwh, consumption of charcoal from 6.1 to 4.3 kg/ton, and increase the yield from 93.5% to 99.2%.

Control of wire bars is obtained by:

- a) Visual Inspection on the conveyor:
- b) Measurement of specific gravity of approximately every thirty-fifth wire bar;
- c) Testing of physical and chemical characteristics in the plant laboratories. The physical laboratory is equipped with a small stand of rolls and a tensile strength machine.

For a complete analysis of a wire bar, it is standard procedure to take one sample for every four hours of casting, or twice per shift. With the continuous casting process there is no danger of sudden changes in production. Whenever smaller amounts of copper from several sources are melted, a greater number of samples is taken.

The following tests are made for a complete analysis: electrical conductivity, bending, torsion and rupture tests, elongation, macro- and microstructure, and a separately conducted embrittlement test. This last test consists of the following: samples are prepared for bending by heating for one half hour in a hydrogen atmosphere at 850 C (1560 F). In accordance with ASTM Standards B-170, the samples must withstand at least 8-10 bends. Ordinary electrolytic tough pitch copper with normal oxygen content will withstand not even one bend of this test.

The following table gives comparative values for oxygen-free copper produced at our casting shop and for tough pitch copper from a reverberatory furnace, which were tested at the same laboratory.

The table shows clearly the superiority of oxygen-free copper over tough pitch copper. In analyzing these results, it should be kept in mind that the tough pitch copper used for these tests was of the best kind known with regard to purity and quality of the tough pitch copper cathode. As further illustration, Figure 12 shows the macrostructure of oxygen-free copper and of tough pitch copper with about .04% O₂. Figure 13 shows the macrostructure of oxygen-free

continuously cast wire bar of oxygen-free copper.

Type of Wire Bar	Specif. Gravity	Tensile Strength	Elongation	Specif. Conductivity	No. of Bends	No. of Turns	No. of Bends / Embritt.
	kg/dm ³	kg/dm ³	%	met/mm ²			
1	2	3	4	5	6	7	8
FKS (oxygen free)	8.90 to 8.94	42-43.5	2	58.9 to 59.3	15-18	130-140	8-12
Tough Pitch	8.50 to 8.75	40-44.2	2	58.2 to 58.6	10-12	100-130	0.0- $\frac{1}{2}$

Notes:

- 1) Tests in Columns 3 and 4 were made with hard-drawn wire, 1 mm in diameter.
- 2) Tests in Columns 5,6,7,8 were made with soft annealed wire, 2 mm in diameter.

Illustrations:

Figure 1. General View of the Casting Platform at
Fabrika Kablova Svetozarevo.

Figure 2. Schematic diagram showing production of
oxygen-free copper at Fabrika Kablova Svetozarevo.

V Air H₂O-Water
G Drycolene gas
B Butane gas
1 Cathode
2 Charcoal
3 Ajax-Scomet melting furnace
4 Electrically heated launder
5 Bahney pouring furnace
6 Chill mold hood
7 Chill mold
8 Direct cooling chamber
9 Transport rolls
10 Clamps
11 Saw
12 Basket to receive cut wire bar
13 Wire bar to rolling mill
14 Galusha gas producer
15 Scrubber
16 Sulphur remover
17 Gas converter
18 Refrigerating machinery
19 Drycolene generator
20 Gastex gas filter

Figure 3. Ajax-Scomet Melting Furnace. Cross Section.

Figure 4. Cross Section of Ajax-Scomet Melting Furnace
inductor.

Figure 5. Electrically Heated Launder. Cross Section.

Figure 6. Pouring Furnace. Cross Section.

1 Silicon carbide slabs
2 "Carbofrax" plug
3 Silicon carbide muffle
4 Zirconia throat and insert
5 Pouring spout

Figure 7. Pouring Furnace Inductor. Cross Section

Figure 8. "Middle Unit" of Junghans-Rossi continuous casting machine.

Figure 9. Flying saw for cutting wire bars during continuous casting on the Junghans-Rossi machine.

Figure 10. Schematic view of gas producing apparatus.

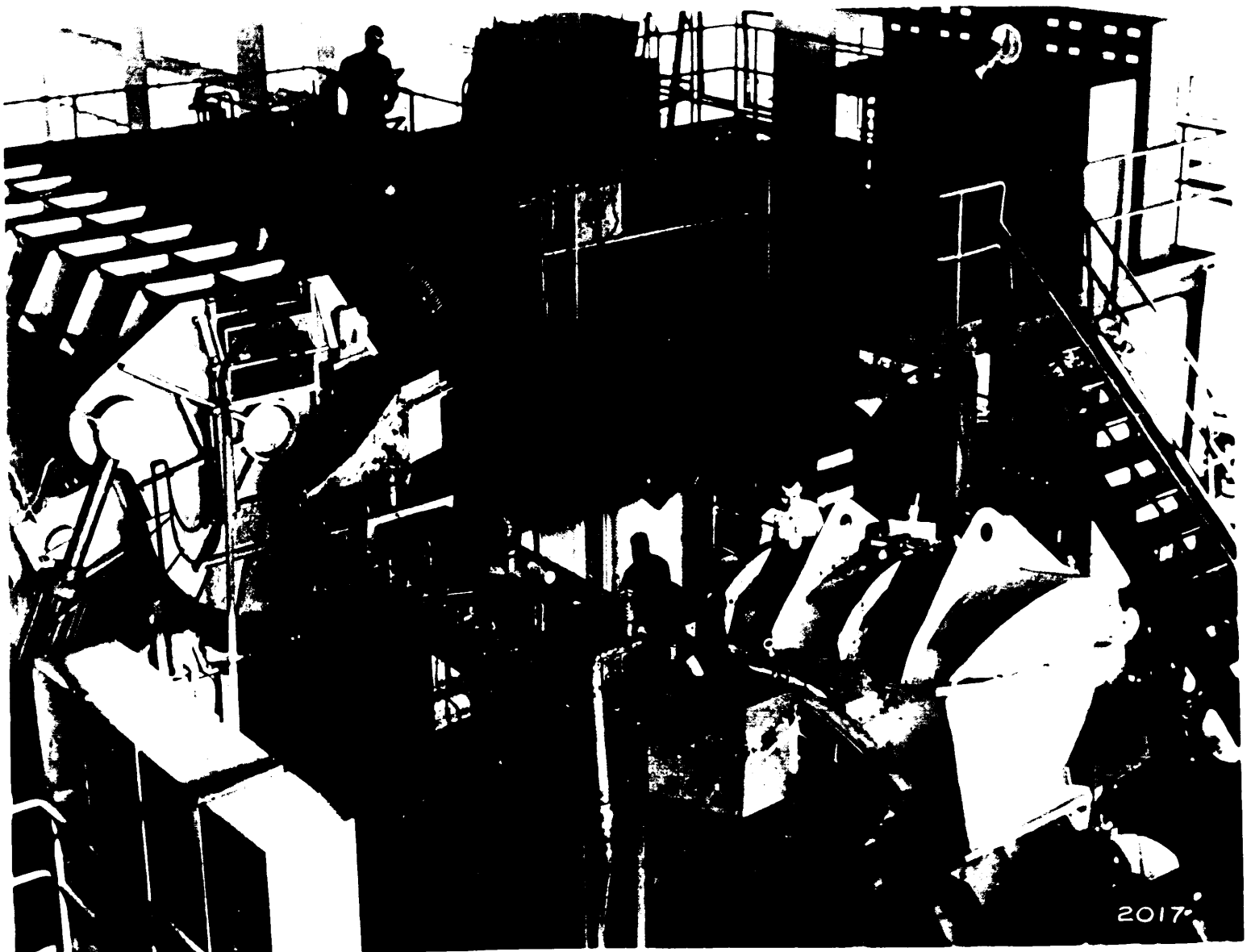
Figure 11. View of operating platform of the gas producer providing the protective atmosphere.

Figure 12a. Microstructure of oxygen-free copper.

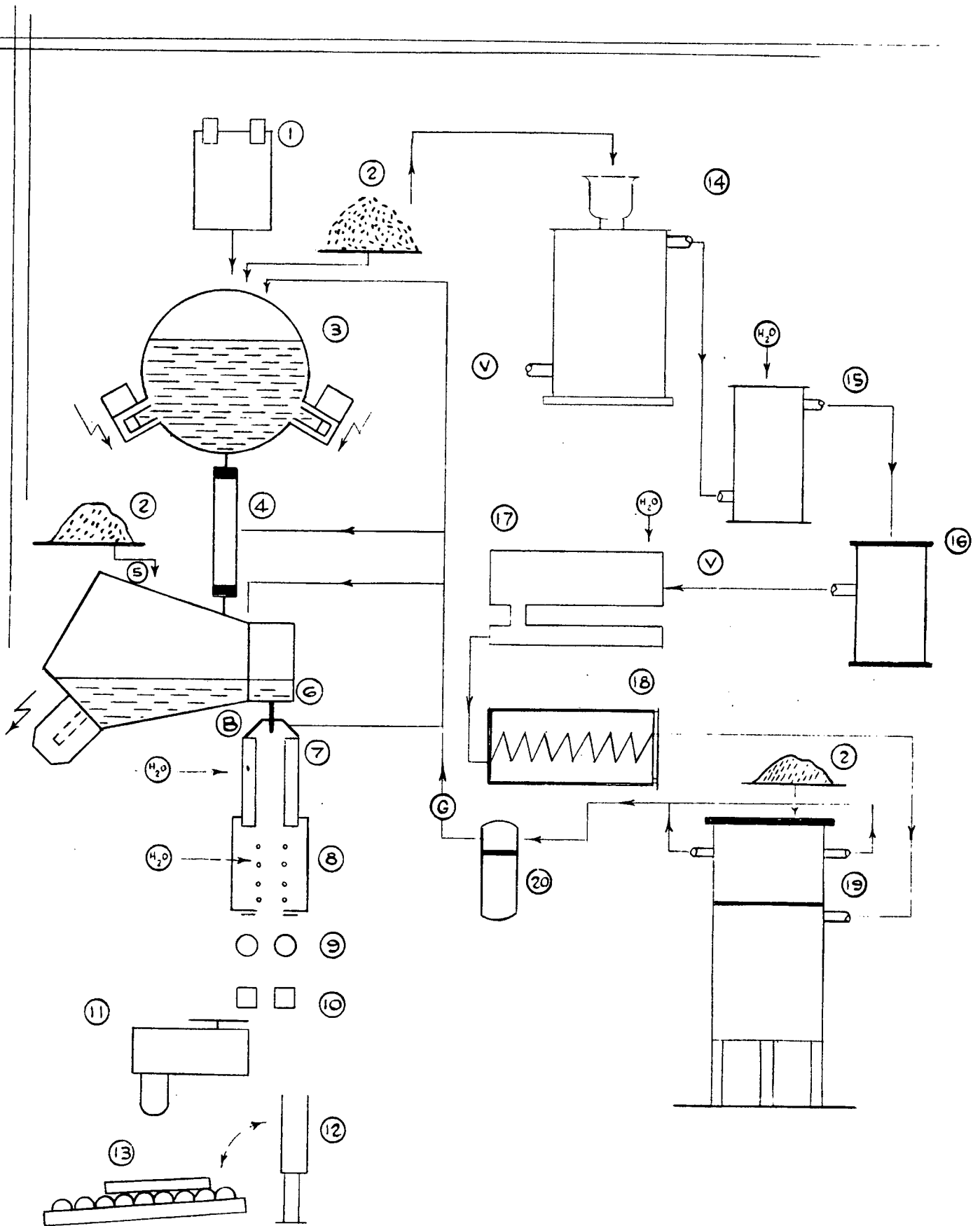
Figure 12b. Microstructure of tough pitch copper.

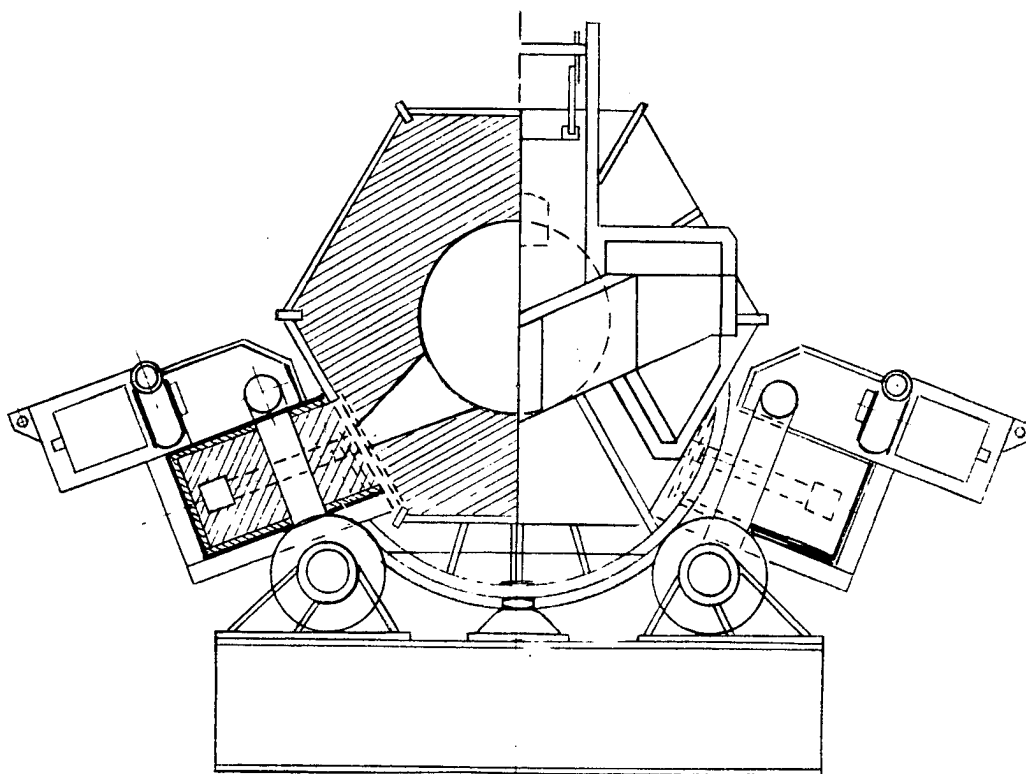
Figure 13. Macrostructure of oxygen-free copper wire bar produced by continuous casting.

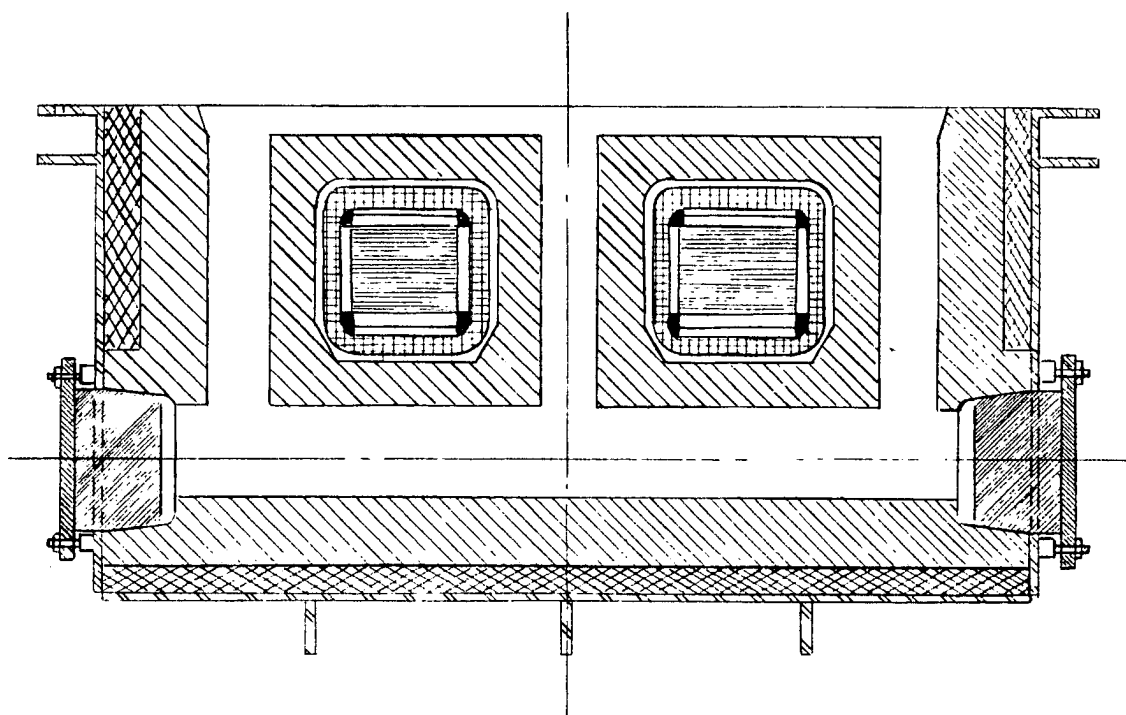
Approved For Release 2009/07/22 : CIA-RDP80T00246A011300260001-7

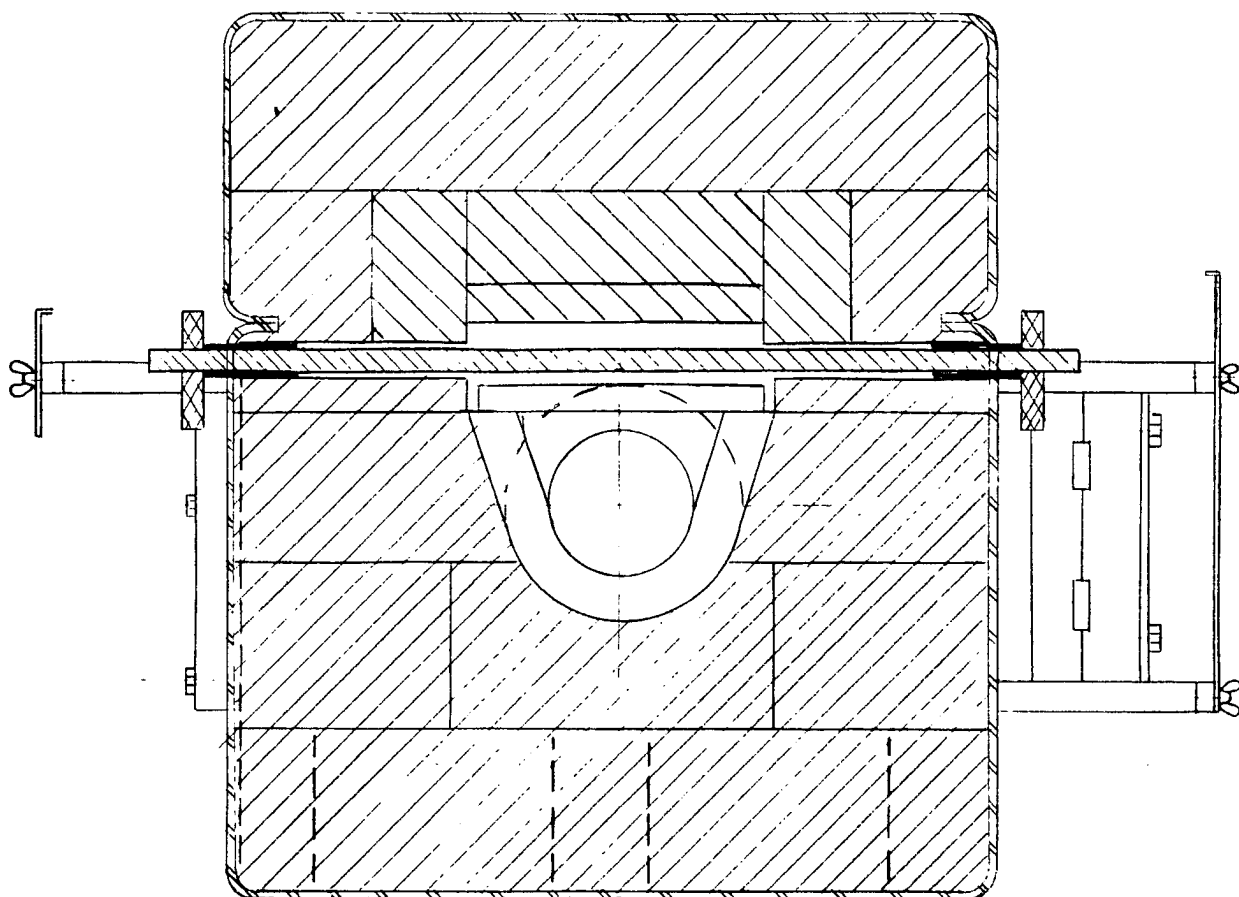


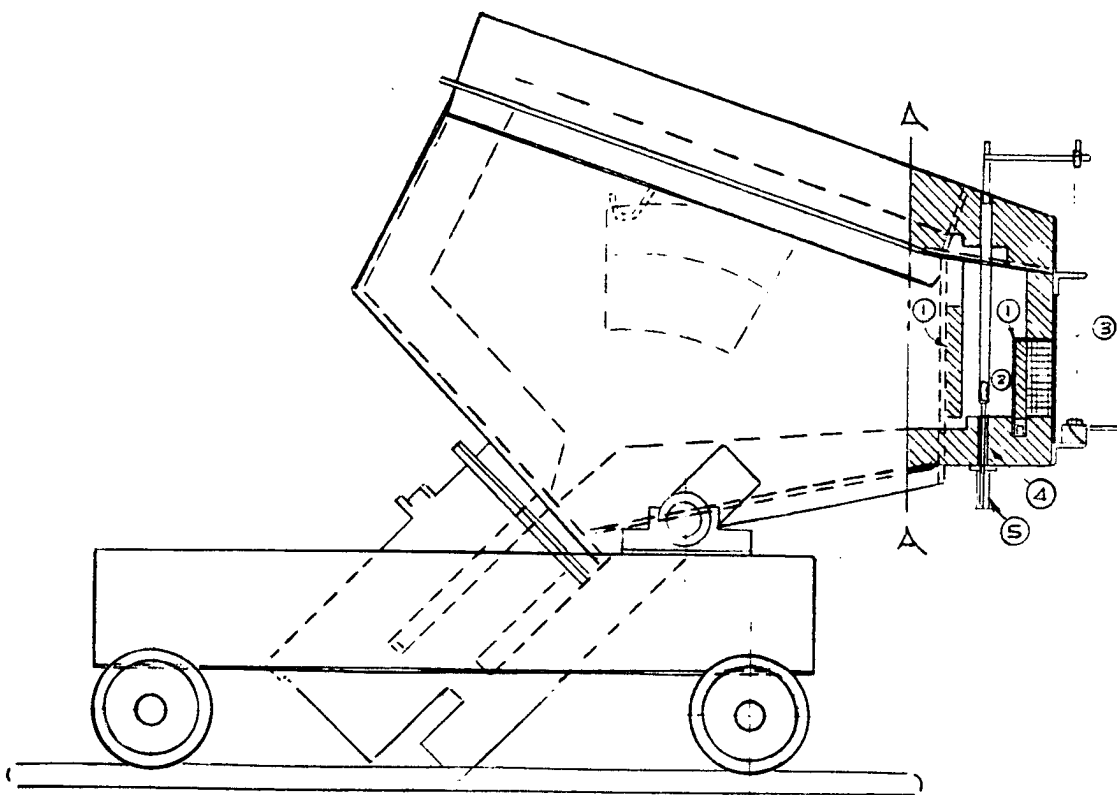
Approved For Release 2009/07/22 : CIA-RDP80T00246A011300260001-7



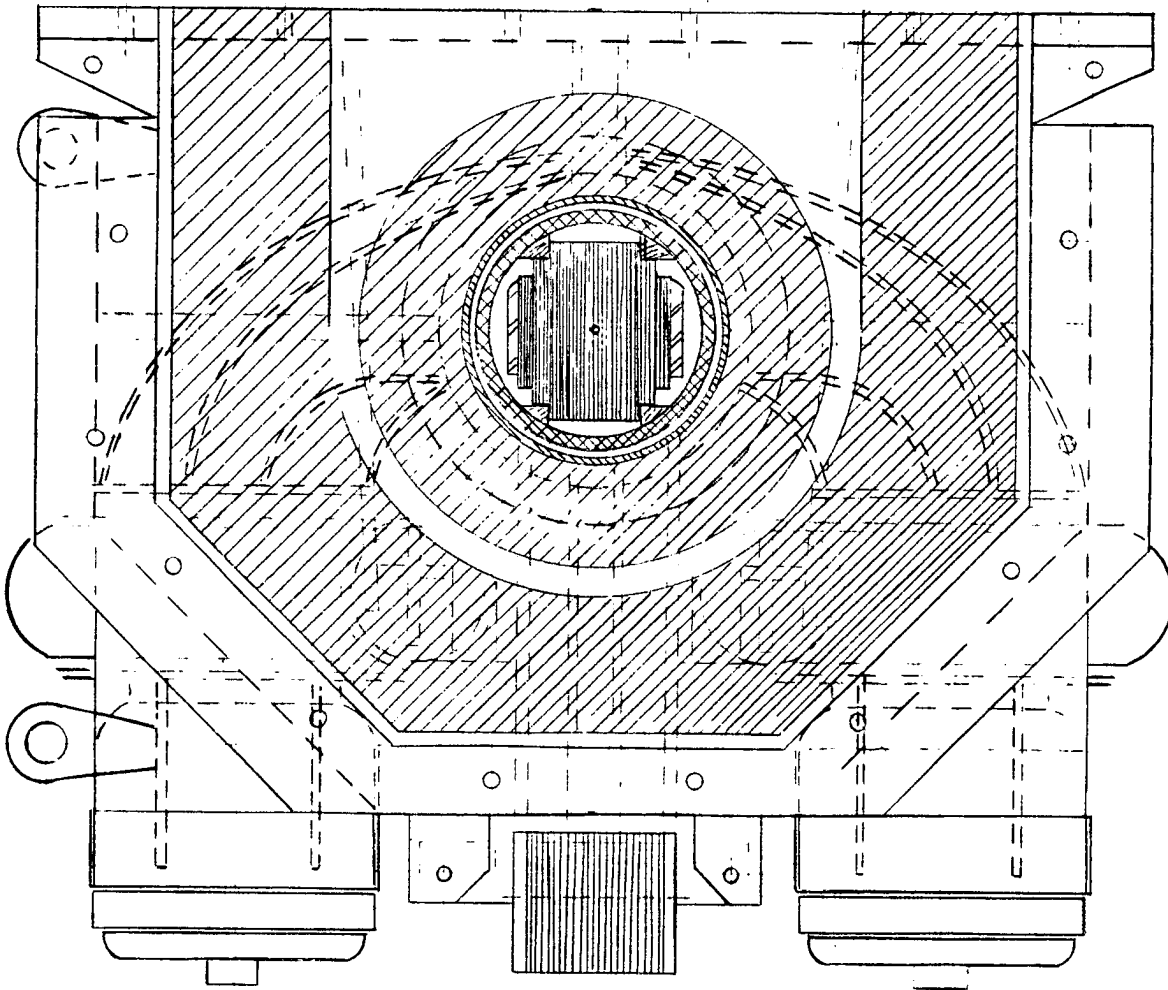






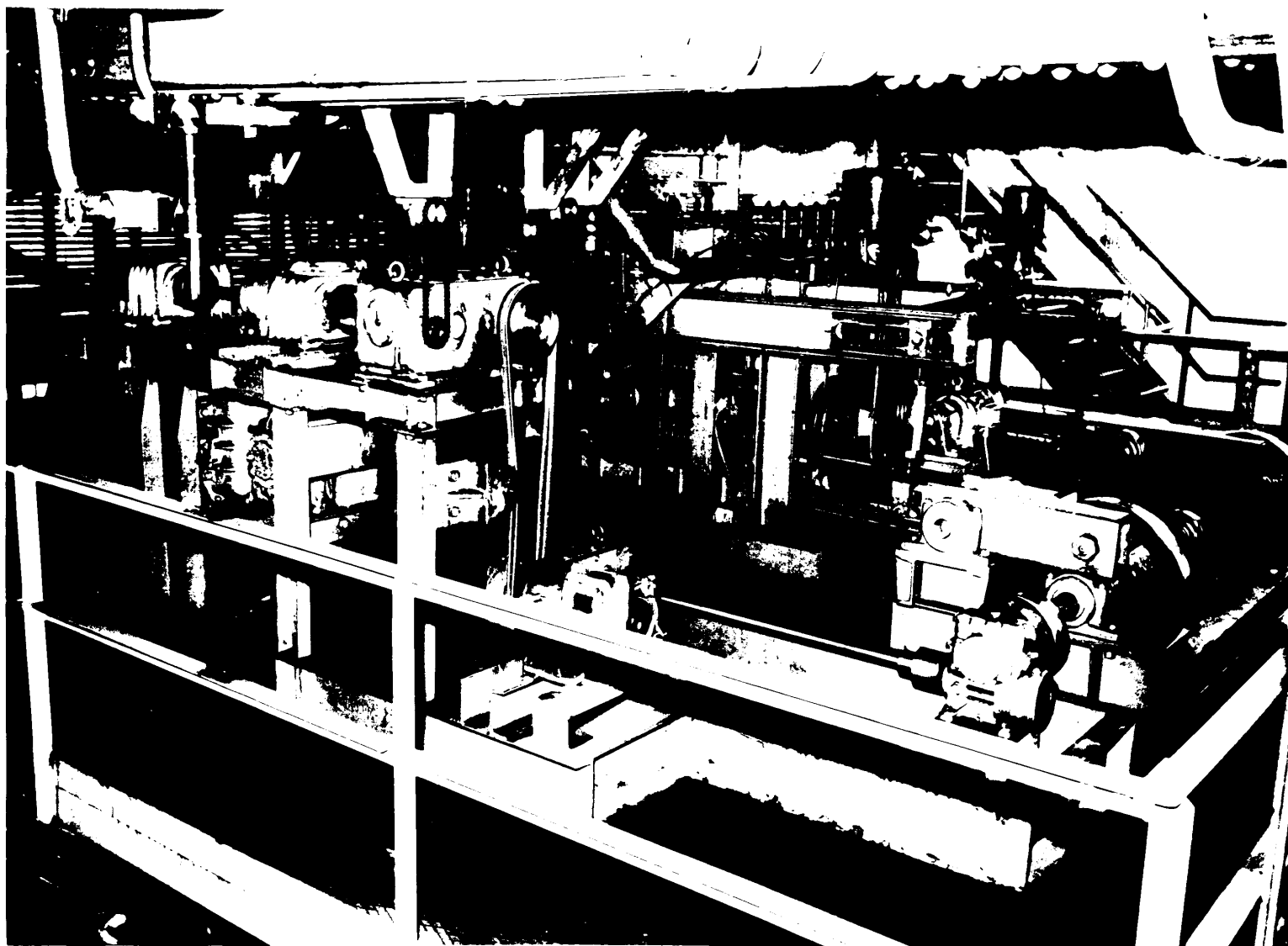


UNCLASSIFIED

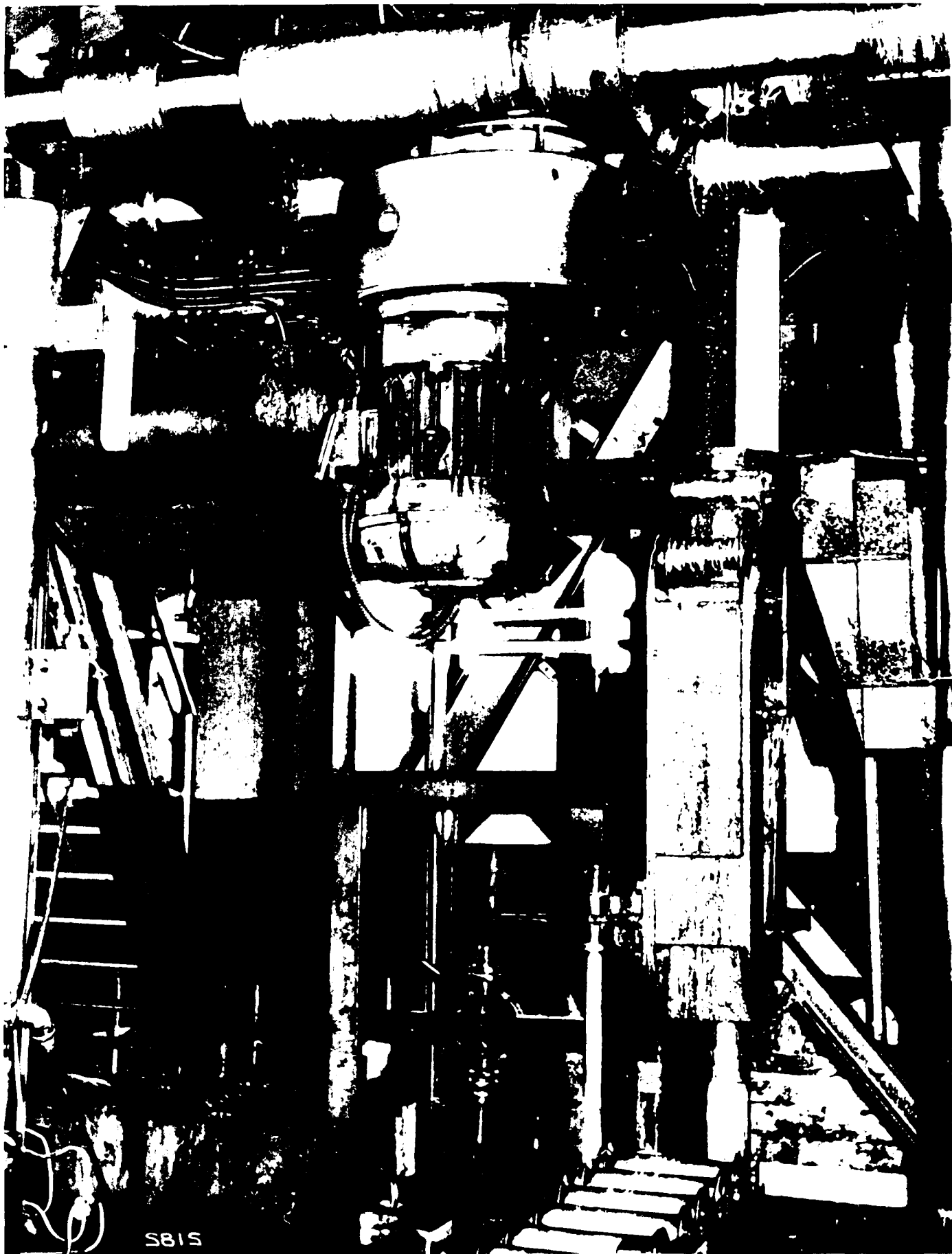


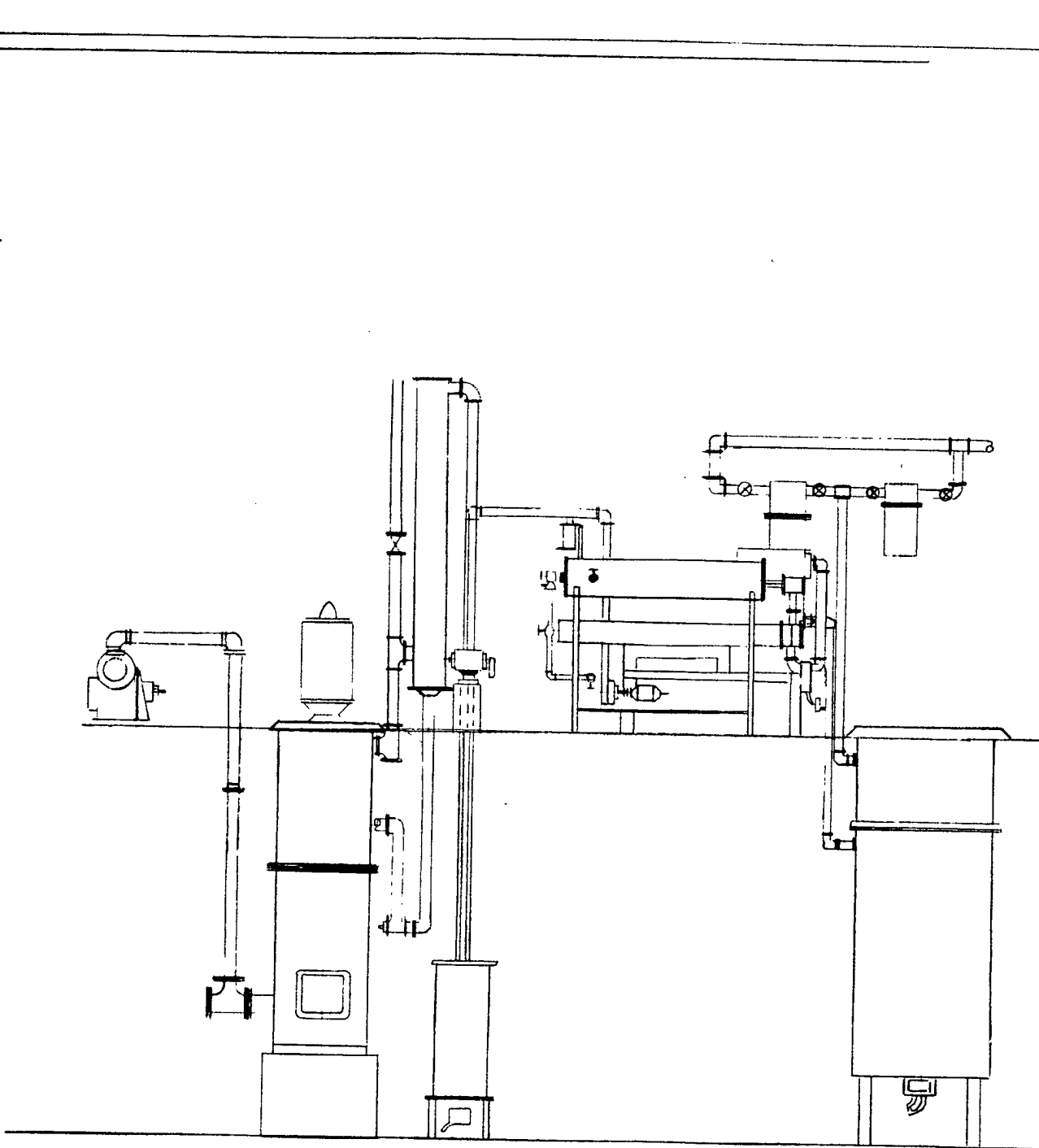
UNCLASSIFIED

Approved For Release 2009/07/22 : CIA-RDP80T00246A011300260001-7

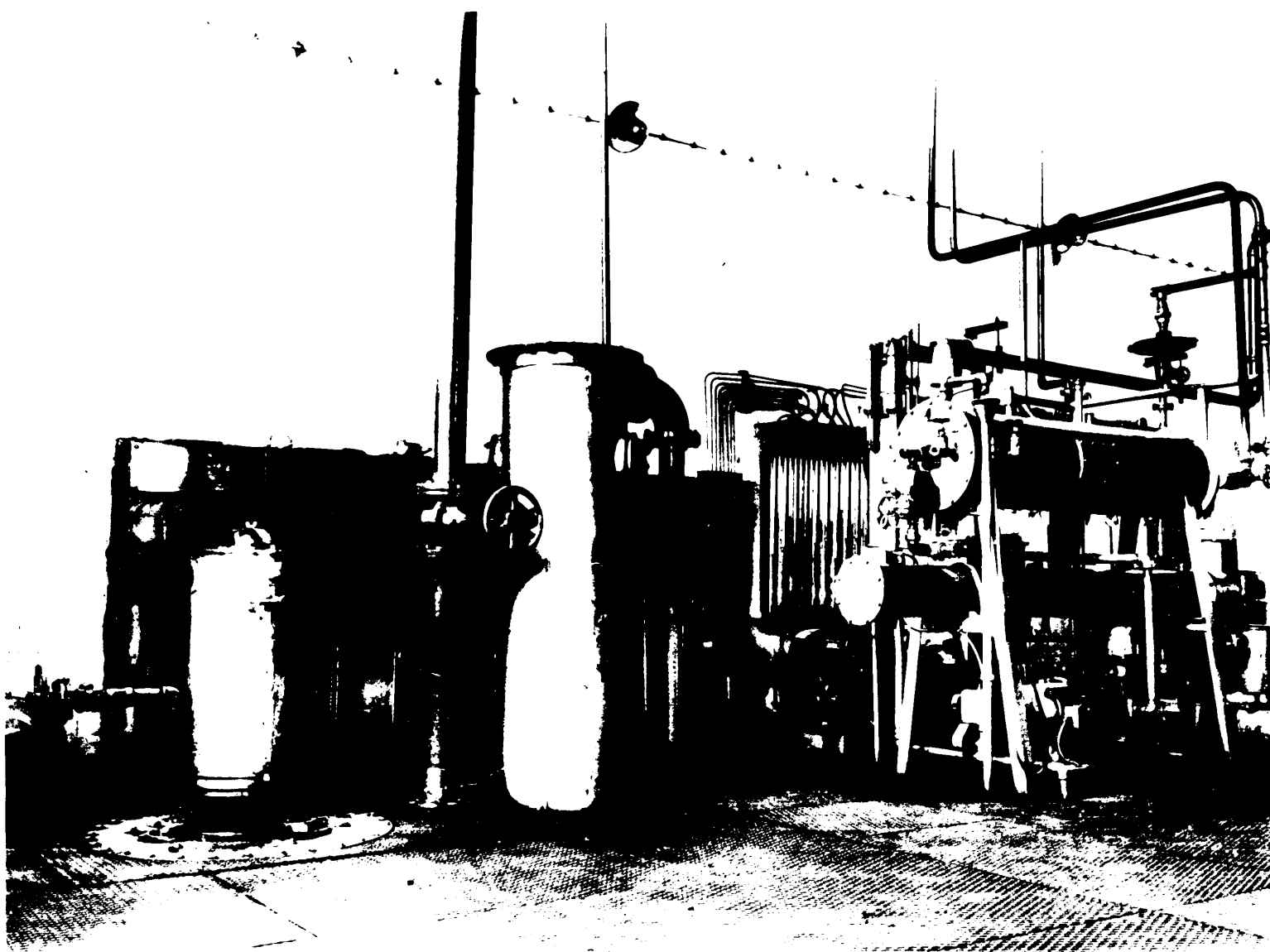


Approved For Release 2009/07/22 : CIA-RDP80T00246A011300260001-7



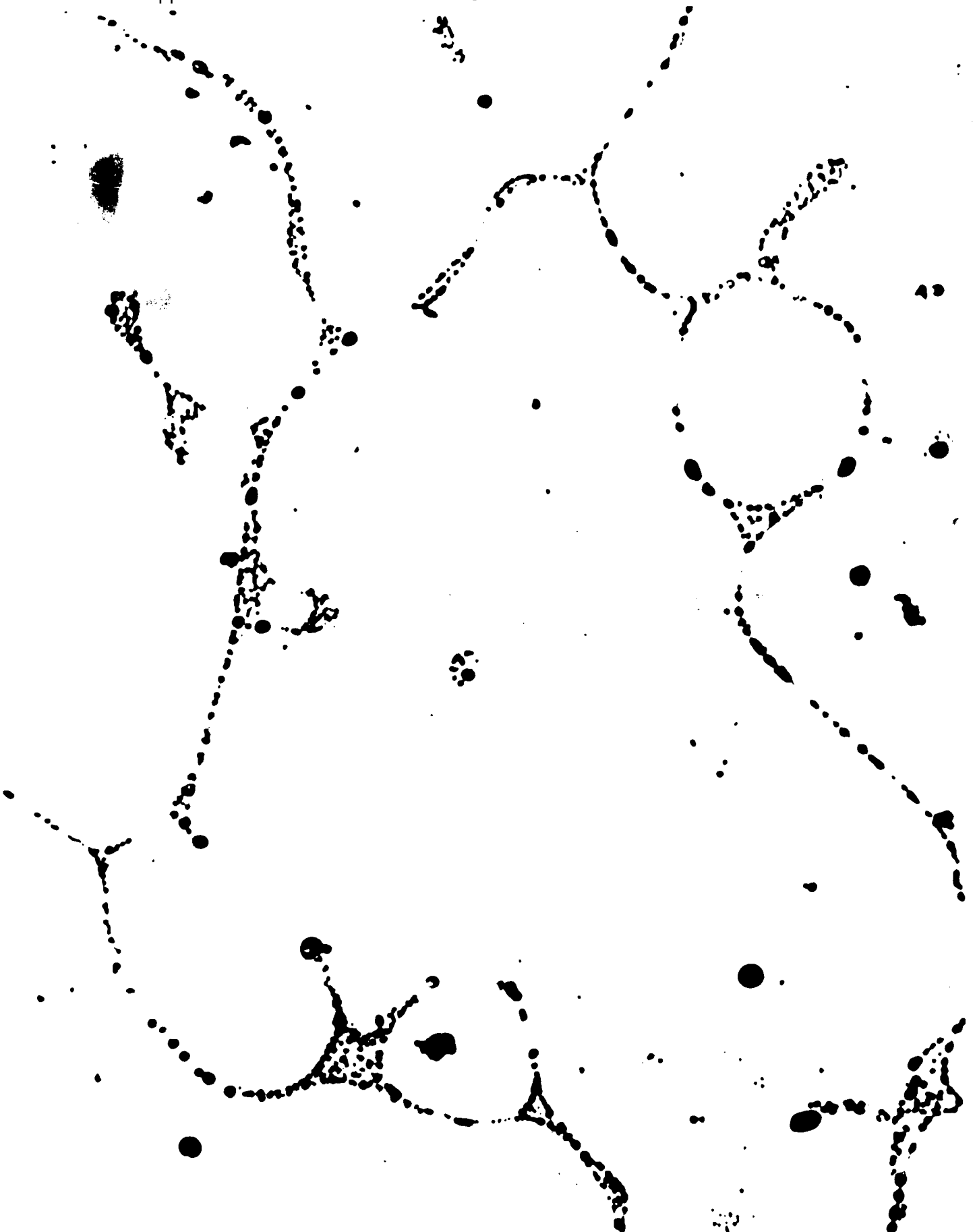


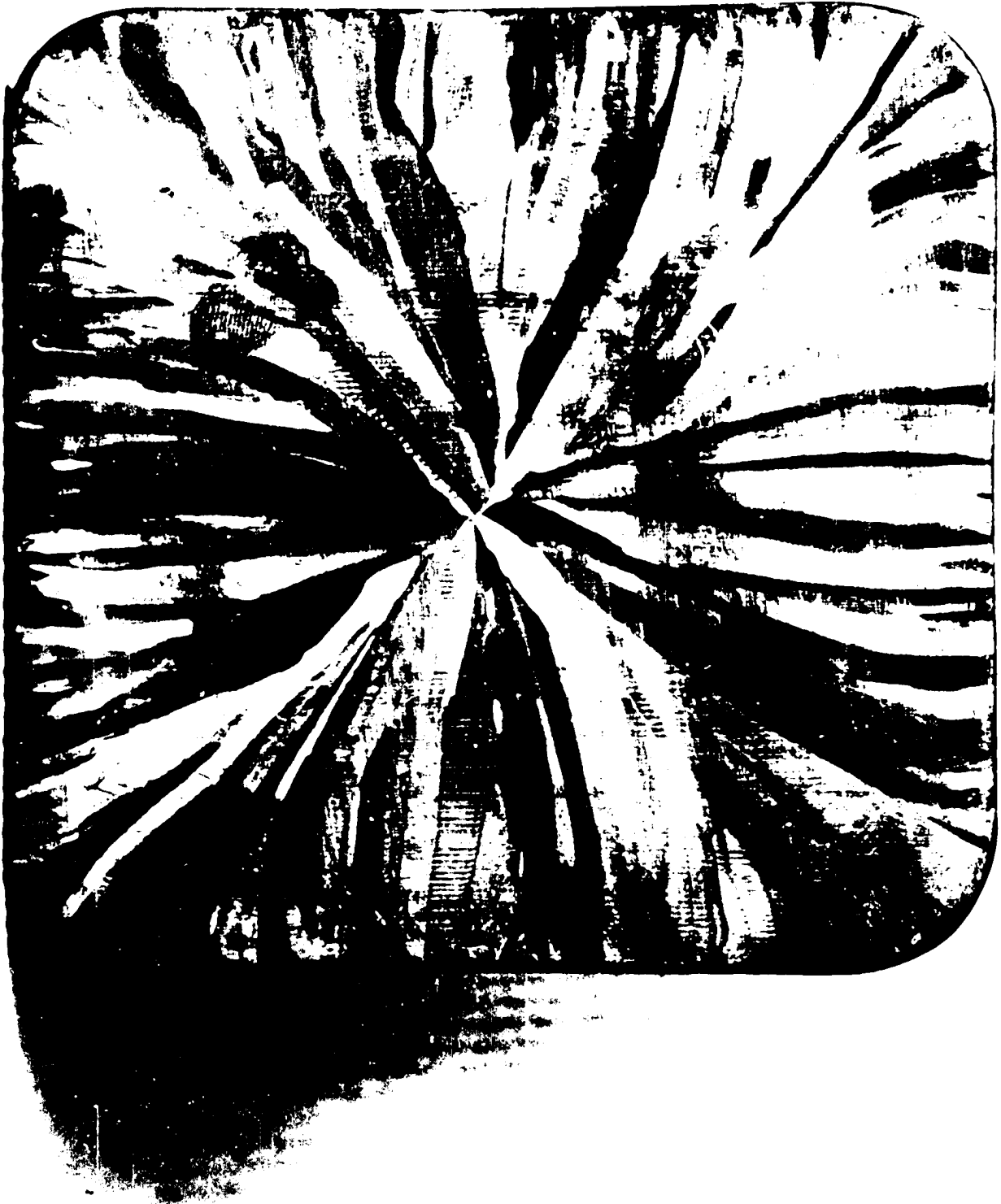
Approved For Release 2009/07/22 : CIA-RDP80T00246A011300260001-7



Approved For Release 2009/07/22 : CIA-RDP80T00246A011300260001-7







E. PAPENCORDT, Sevojno/Dörren

Kupfer- und Messingwerk Sevojno/Jugoslawien

Jugoslawien, das weite und beliebte Reiseland von großer, ursprünglicher Schönheit, hat durch seinen vielfältigen Reichtum an Bodenschätzen und seine günstigen Wasser-Verhältnisse außerordentliche Voraussetzungen für eine schnelle industrielle Erschließung. Den zwangsläufigen Entwicklungen der Zeit folgend, nutzt das Land seine Möglichkeiten und befindet sich in einer Umwälzung seiner wirtschaftlichen Struktur. Aus der Vielfalt der großen Industrialisierungsprojekte soll hier eines herausgenommen und erläutert werden: Das Kupfer- und Messingwerk Sevojno.

Die anerkannt hochwertige Kupferbasis von Bor und Umgebung, in Verbindung mit reichen Zinkvorkommen, deren Verhüttungsanlagen ebenfalls großzügig und modern ausgebaut worden sind, war die natürliche Voraussetzung für den Wunsch, ein eigenes großes Halbzeugwerk zu errichten. Die Beachtung der Steigerung des einheimischen Bedarfs und die Absicht, anstatt der Bor-Kathoden weitgehend veredeltes Halbzeug zu exportieren, haben zu dem Entschluß geführt, ein Werk zu bauen, dessen Größenordnung den Einsatz moderner, leistungsstarker Maschinen und Einrichtungen rechtfertigt und lohnt. Mit der Gesamtplanung wurde die Gutehoffnungshütte Sterkrade A.G. beauftragt. Die Walzwerke und Pressen wurden von der Schloemann A.G., Düsseldorf, geliefert und, soweit Maschinen vorhanden waren, vervollständigt. Die Montage, Inbetriebsetzung und Vorführung erfolgte unter Führung der beiden genannten Firmen.

Als Standort wurde die Kreisstadt Titovo-Uzice bestimmt. Uzice hat etwa 20 000 Einwohner und liegt in der Mitte der Eisenbahnstrecke Beograd-Sarajevo. Die Landwirtschaft bietet in der bergigen Gegend nur geringe Möglichkeiten. Die Waldwirtschaft hat in den vergangenen Jahren stark gelitten. Die in großem Umfang durchgeführten Wiederaufforstungen brauchen Jahrzehnte, bis sie wirtschaftlich ge-

nutzt werden können. Der Gedanke, die Wirtschaft dieser Gegend zu stärken und durch das Werk neue Erwerbsmöglichkeiten zu schaffen, dürfte bei der Entscheidung für den Standort ausschlaggebend gewesen sein. Da Uzice selbst in einem engen Gebirgskessel liegt, wurde 6 km entfernt in dem bis dahin unbedeutenden Dorf Sevojno ein großflächiger Bauplatz zur Verfügung gestellt, der jede Erweiterungsmöglichkeit bietet und in unmittelbarer Nähe der Bahn liegt. Vorläufig ist das Werk auf einen Lastwagenpark und auf die Schmalspurbahn Beograd-Sarajevo angewiesen. In wenigen Jahren wird jedoch Sevojno Station der Vollspurbahn sein, die Beograd mit dem im Ausbau begriffenen Adria-Hafen Bar verbinden wird.

Für den Betrieb des Metallwerkes mußte zunächst im wesentlichen mit dem Einsatz ungelernter, bäuerlicher Arbeitskräfte gerechnet werden. Nur eine geringe Anzahl Spezialisten konnte Gelegenheit zu einer kurzfristigen Ausbildung an ähnlichen jugoslawischen oder deutschen Arbeitsstätten erhalten.

Da die wirtschaftlich erreichbare Kohle einen ziemlich hohen Schwefelgehalt und andere unangenehme Eigenschaften hat, wurde in Hinblick auf die günstige Entwicklung der Stromversorgung eine vollkommen auf elektrischer Energie aufbauende Ausstattung des Werkes vorgenommen. Lediglich für die Versorgung mit Heißwasser zum Anwärmen der Heizbäder, zum Spülen und vor allem für die Heizung der Werkshallen und Nebengebäude wurde ein Kesselhaus auf der Basis von Lignit errichtet. Die Heizung ist so ausgelegt, daß trotz der Größe der Hallen selbst bei Wintertemperaturen von minus 30° C eine Hallentemperatur von 12 bis 15° C tatsächlich gehalten wurde.

Das Produktionsprogramm beschränkt sich auf die handelsüblichen Halbzeuge wie Bleche, Bänder, Rohre, Stangen und Drähte aus Kupfer und Messing nach DIN.

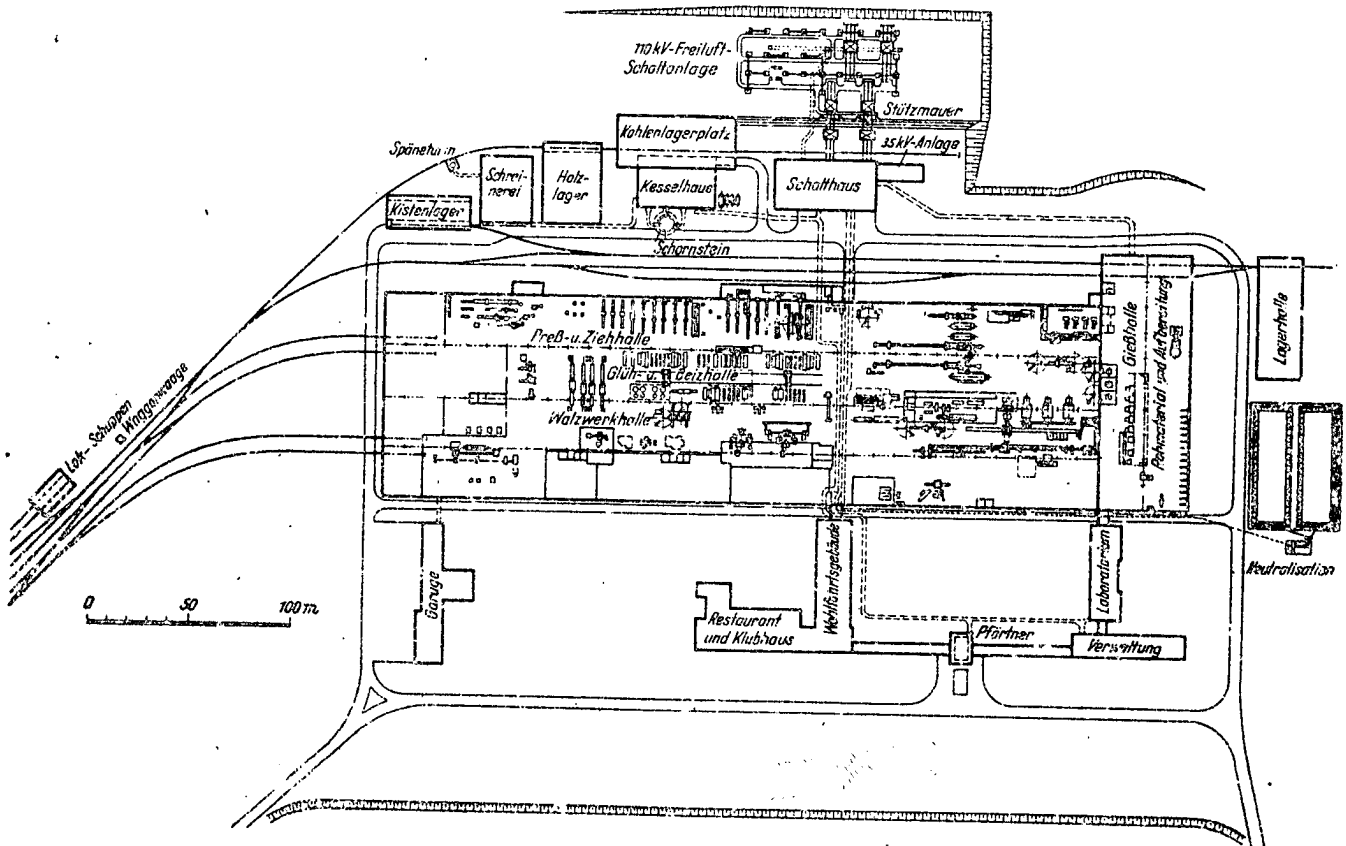


Abb. 1. Grundriß

Für das Walzwerk wurde eine Kapazität von 17 000 t/a und für die Zieherei eine solche von 7000 t/a vorgesehen. Dabei wurden große Auftrageinheiten in wenigen Legierungen und Abmessungen vorausgesetzt. Entsprechend der Entwicklung der Walzwerkstechnik wurde die Herstellung von Blechen in Breiten bis 1000 mm und Dicken bis 3 mm aus Breithand geplant.

Nach Abwägung aller Voraussetzungen hat sich der in Abb. 1 gezeigte Aufbau des Werkes als endgültige Lösung herausgeschält. Der Grundrißplan zeigt die geschlossene Zusammenfassung aller Verarbeitungsbetriebe in einer Halle von 350 m Länge und 100 m Breite. An einer Stirnseite sind quer dazu in einer Halle von 125 m Länge und 50 m Breite die Gießerei und das Metallager untergebracht. Die Gießerei ist von den Verarbeitungsbetrieben durch eine Glaswand getrennt. Die gesamte für Betriebszwecke zur Verfügung stehende Grundfläche umfaßt rund 42 500 qm. Um Stahl zu sparen und örtlich vorhandene Baustoffe zu nutzen, wurden die Hallen und die Kranbahnträger in Stahlbeton ausgeführt. Die ausgereifte Konstruktion wirkt trotz den gewaltigen Abmessungen leicht und elegant (Abb. 2). Einige Zahlenangaben mögen den Umfang der geleisteten Bau- und Montagarbeiten andeuten:

Erdbewegungen	500 000 cbm
Betonmassen	30 000 cbm
Moniereisen	4 000 t
Stahl für Dachkonstruktionen und Kranbahnschienen	1 750 t
Stahlgewicht der eingebauten Maschinen und Einrichtungen	12 000 t
Kabel, unter Flur verlegt	70 km
installierte elektrische Leistung	27 000 kW

Abb. 1 gibt einen Überblick über die Lage der Betriebe und über die wesentlichen Einrichtungen. Auch der Fluß der Fabrikation ist gut ersichtlich. Die von den Stranggießanlagen kommenden Walzplatten und Preßbolzen werden in dem zentralen Blocklager gestapelt. Auf kürzestem Weg werden die Walzwerks Stoßöfen und die Bolzenrollöfen erreicht. Das gesamte vom Blocklager ausgehende Material wird dabei gewogen. Von der Warmwalze bzw. Strangpresse fließt das Material in geraden Fabrikationslinien zum Versandmagazin. Die Anordnung vermeidet unnötige Transportwege, hat aber genügend Spielraum für Kapazitätserweiterungen und den Einbau von Aggregaten gelassen, die sich im Laufe der Zeit für die Herstellung von Sonderfabrikaten als erforderlich erweisen. Der Aufbau gibt gute Ansätze für die Durchführung einer weitgehenden Automatisierung der Arbeitsgänge, wenn diese notwendig werden sollten.

Gießerei

In das Metallager laufen an der Stirnseite zwei Eisenbahngleise ein, so daß in Verbindung mit den vorhandenen Krananlagen genügend Kapazität zum bequemen Entladen des großen Bedarfs an Hüttenmetallen und Fremdschrott besteht. Als Hilfseinrichtungen sind, wie üblich, vorhanden: Schrottscheren, Paketierpresse, Gattierungseinrichtungen und Krätzeaufbereitungsanlage. Hervorzuheben ist eine schwere Zweiständerschere in Verbindung mit einer Stapel- und Transportvorrichtung zum Schneiden von Kupferkathoden.

Die Schmelzerei verfügt über sieben Niederfrequenzöfen mit einem Abstichgewicht von je 1500 kg. Die Öfen haben einen ovalen Schmelzraum, der nach oben leicht zusammengezogen ist, um die Badoberfläche zu verkleinern. Die Schmelzrinne ist als Doppelrinne ausgebildet und im Ofenboden vertikal angeordnet. Die Öfen sind hydraulisch um die Schnauze kippbar und im Gegensatz zu der üblichen Anordnung nicht auf Bühnen, sondern unter Flur montiert. Dies hat sich gut bewährt. Die bei der großen Schmelzleistung und der schnellen Schmelzweise erforderlichen Mengen Hüttenmetall und Schrott werden nicht auf eine Bühne gehoben, sondern vom Metallager, in Spezialkästen fertig



Abb. 2. Gesamtansicht

gartiert, durch Hubkarren unmittelbar an die Öfen gefahren. Diese werden dann je nach Beschaffenheit des Einsatzes direkt aus dem Kasten oder durch Einschufeln von Schrott und Spänen beschickt.

Beim Abstich wird die Pfanne vom Kran in eine vor dem Ofen angeordnete Abstichgrube eingesetzt und von dort in einem Zug zum Warmhalteofen der Stranggießanlage gefahren. Dies hat sich ebenfalls gut bewährt. Trotz der Unerfahrenheit des Bedienungspersonals in der Einarbeitungszeit hat sich kein Unfall ereignet. Einen Gesamteindruck der Gießerei gibt Abb. 3. Im Vordergrund sind die zwei vollkontinuierlichen Stranggießanlagen zu sehen, die in einem gemeinsamen Aufbau aus Eisenbeton untergebracht sind. Sie bestehen im wesentlichen aus den Warmhalteöfen, mit der Metallzuführung, den Giemaschinen und den automatischen Kreissägen zum Ablängen der Platten. Wie Abb. 3 erkennen läßt, weicht die Anlage von den bekannten Konstruktionen ab. Zwischen Gießbühne und Säge liegt eine weitere Bühne, auf der eine Spezialfräsmaschine die gegossenen Walzplatten kontinuierlich am Strang beiderseitig fräst, so daß die von der Säge abgetrennten Walzplatten sofort für die Stoßöfen einsatzfertig sind. Lediglich bei schwer vergießbaren Legierungen ist an einzelnen Platten ein Nacharbeiten von Oberflächenfehlern erforderlich. Die durch dieses Verfahren erzielten Vorteile sind beträchtlich. Auf Abb. 4 ist ein Ausschnitt aus der Gießbühne mit einem 4-t-Niederfrequenz-Warmhalteofen, der Metallzuführung und einer Gießkokille zu sehen.

Entsprechend den Erfordernissen der Weiterverarbeitung werden folgende Formate vergossen:

Walzplatten 600/170/1250 mm und
Preßbolzen 100 — 170 — 200 — 250 — 310 mm ϕ , auch Hohlbolzen.

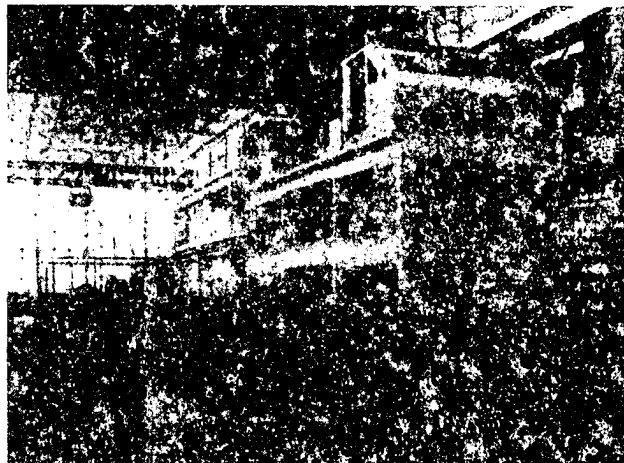


Abb. 3. Gießerei, Gesamtansicht



Abb. 4. Gießbühne

Die handelsüblichen Kupfersorten, Messinge und Sondermessinge werden hergestellt. In Sevojno wird ebenfalls leitfähiges Kupfer vom Typ SE-Cu nach DIN 1708 gegossen, das auch den USA-Normen für die Sorte OFHC entspricht.

Die Vorteile des kontinuierlichen Gießens haben sich bei den hier vorliegenden Verhältnissen voll ausgewirkt. Die Ausbildung konnte sich auf einige Spezialisten konzentrieren. Nur dadurch war es möglich, nach einem halben Jahr Betriebszeit schon die Gießkapazität von 2000 t monatlich zu überschreiten. Die verhältnismäßig saubere und bequeme Betriebsweise der Stranggießanlagen bietet eine erhebliche Erleichterung für das Betriebspersonal. Die in Sevojno üblichen Sommertemperaturen erschweren die Arbeit in den Warmbetrieben ohnehin erheblich.

Die mechanische Gußbearbeitung ist mit den üblichen Maschinen neuester Konstruktion wie Schnellsägen, Plattenfräsmaschinen, Block-Bohr- und -Drehbänken verschiedener Größe usw. ausgerüstet. Zur Zeit wird die Schmelzerei um zwei Niederfrequenzöfen erweitert. Platz für weitere Schmelzöfen und für die Aufstellung von zwei zusätzlichen Gießanlagen ist vorgesehen. Für die Herstellung von Sonderlegierungen in kleinen Mengen sind Kühlkokillen vorhanden. Die Gießerei ist damit allen Anforderungen gewachsen; sie arbeitet mit günstigen Einsatzzahlen, einer kleinen Belegschaft und hoher Wirtschaftlichkeit.

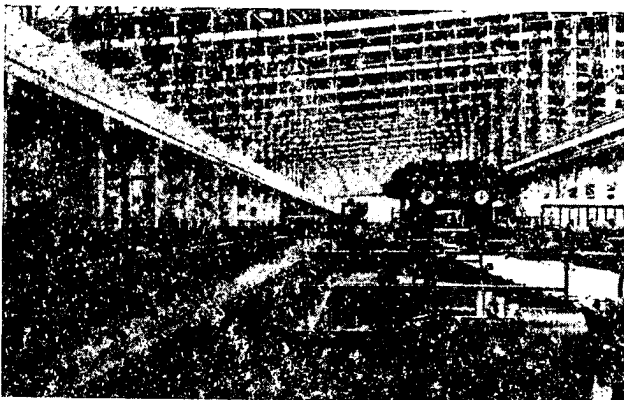


Abb. 5. Warmwalzwerk

Warmwalzwerk

In den vergangenen Jahren hat sich die Fertigungsweise von Blechen in der NE-Metallindustrie stark gewandelt. Die Forderungen der Verarbeiter und die Leistungen der Walzwerksbauer zwingen den Halbzeughersteller, den alten Weg der Blechherstellung in Einzelfafeln zu verlassen und zur Breitbandwalzung überzugehen. Den technischen und wirtschaftlichen Vorteilen dieser Methode, die sich bei der Herstellung von Karosserie- und Weißblechen voll auswirken können, stehen bei Kupfer und Messing meist zu kleine Auftragseinheiten gegenüber. Neue Bauarten von Maschinen und Zubehör ermöglichen aber heute auch mittleren Werken und solchen mit stark wechselndem Arbeitsprogramm die Modernisierung ihrer Walzwerksanlagen.

Bei den für Sevojno vorgesehenen Größenordnungen war die Planung dadurch vorgezeichnet, daß 90 % der Erzeugung an Blech und Band bei Dicken von 3 mm abwärts liegen sollte und damit zur Herstellung als Breitband geeignet war. Für die Fertigung der restlichen 10 % wurden zwei vorhandene Duo-Blechgerüste älterer Bauart vorgesehen. Im Betrieb hat sich später erwiesen, daß selbst Bleche bis 5 mm Dicke vorteilhaft als Breitband gewalzt werden können. Das Walzplattenformat von 600/170/1250 mm hat im bearbeiteten Zustand ein Gewicht von etwa 1000 kg. Eine wesentliche Erhöhung des Gewichtes ist vorgesehen. Von ausschlaggebender Bedeutung für die Qualität des fertigen Breitbandes ist ein Warmband mit guten Toleranzen und guter Oberflächenbeschaffenheit. Das aufgestellte Gleichstrom-Duo-Reversierwalzwerk mit den Walzenabmessungen 800 ϕ \times 1600 mm, geeignet für einen Walzdruck von maximal 1000 t, erfüllt diese Bedingungen. Zum Antrieb dienen 2 Gleichstrom-Nebenschluß-Umkehr-Walzwerksmotoren von je 1135 kW, die stoßweise 100 % überlastbar sind. Dies ist bei den ersten Stichen von Bedeutung. Die Kraftübertragung erfolgt über ein mit den Motoren direkt gekoppeltes Hochleistungs-Stirnradgetriebe für ein maximales Abtriebsmoment von 110 mt und zur Übertragung von normal 2 \times 1135 kW und maximal 2 \times 2270 kW bei einer Tourenreduzierung von 0 bis 200/300 auf 0 bis 40/60 U/min. Die maximale Walzgeschwindigkeit beträgt 2 m/s.

Die Walzen sind in geschlossenen Einbaustücken mit preßfettgeschmierten Kunstharzschalen gelagert, die ein schnelles Auswechseln der Walzen gestatten. Die Anstellgeschwindigkeit beträgt 7 mm/s. Um sicherzustellen, daß das Walzgut immer gerade ausläuft, kann jede Druckschraube für sich unter vollem Druck mit 0,25 mm/s nachreguliert werden. Vor und hinter dem Gerüst sind die Arbeitsrollgänge mit den Blockdreh- und -Zentriervorrichtungen angeordnet. Die Verlängerungen der Arbeitsrollgänge, die mit angeflanschten, in Wälzlager laufendenden Rollenaggregaten ausgerüstet sind, erlauben das Auswalzen von Bändern bis etwa 30 m Länge. Das Normalmaß der Warmwalzbänder für Breitband von 1000 mm ist 1060/5/22 000 mm. Die warmgewalzten Bänder werden auf einer Einrollmaschine mit maximal 1100 mm Bandbreite gewickelt und rollen durch Eigengewicht zu einem 3-stufigen Kühlbett ab. Vor der Einrollmaschine ist eine längere Kühlstrecke angeordnet, wo Kupferbänder mit kräftigen Wasserstrahlen geplötzt und vor dem Einrollen abgekühlt werden. Zum Ablegen stärkerer Walzplatten für dicke Bleche wurde die in Abb. 5 vorn sichtbare Stapelvorrichtung angeordnet, die so ausgebildet ist, daß das Bassin mit zirkulierendem Wasser gefüllt werden kann, um Kupferwalzplatten ebenfalls in einem Arbeitsgang zu plötzen.

Das Anwärmen der Walzplatten erfolgt in drei elektrisch beheizten Stoßöfen mit einem Anschlußwert von je 550 kW. Die Öfen haben 6 Regelzonen und sind für eine Höchsttemperatur von 1050° C gebaut. Ihre Leistung liegt bei 3,5 t Walzgut je Ofen und Stunde. Die angewärmte, ausgestoßene Walzplatte kommt auf den in Abb. 6 sichtbaren Rollgang, der an der Ofenseite angehoben wird. Durch ihr Eigengewicht rollt die Platte auf den Transportwagen, der sie von dem jeweils in Betrieb befindlichen Stoßofen zum Walzwerk fährt. Zwischen dem Plattentransportwagen und

dem Übernehmerollgang des Walzwerkes ist eine Bürstmaschine eingebaut.

Die Warmwalzwerksanlage erfüllt sehr hohe Qualitätsansprüche. Ihre Kapazität geht, wie in der NE-Industrie üblich, weit über die Erfordernisse der Folgebetriebe hinaus.

Durchlauf-Beizanlage

Die Mehrzahl der warmgewalzten Bänder wird in der vor Schloemann in Sonderbauart entwickelten Durchlauf-Beizanlage für die nachfolgende Kaltwalzung vorbereitet. Vom Kühlbett hinter dem Warmwalzwerk rollen die warmgewalzten Bandringe über einen Schwerkraft-Rollgang vor die in Abb. 6 gezeigte Entrollmaschine.

Die Streifen und Bänder werden durch diese Anlage geschoben, so daß ein Aneinanderheften der bis 8 mm dicken Streifen nicht erforderlich ist. Hintereinander angeordnet sind: Entrollmaschine, Besäumschere, Querschere, Richtmaschine, drei Beizbecken von je 6,25 m lichter Länge mit je einem Umpumpsystem für die Überflutung des Beizgutes, Wasserspülbecken, Wasch- und Bürstmaschine, Trockenofen, Streifenwendevorrichtung zur beiderseitigen Kontrolle der gestreckt liegenden Streifen und Aufrollmaschine. Die Gesamtlänge der Anlage beträgt etwa 90 m. Einen Überblick geben die Abb. 5 und 6.

Die Arbeitsgeschwindigkeit der Anlage beträgt etwa 8 m/min. Treibwalzensätze fördern die Streifen auf Rollentische. Hier wird zunächst die eine Oberfläche gründlich kontrolliert und notfalls von Fehlstellen befreit. Nach dem Wenden des Streifens um die Längskante wird die zweite Seite ebenso behandelt. Anschließend wird der nunmehr zum Kaltwalzen geeignete Streifen eingerollt und dem Zwischenlager vor dem ersten Kaltwalzgerüst zugeführt. Die Durchlauf-Beizanlage kann ebenfalls Bänder nach dem ersten Zwischenglühen, also bei einer Dicke von 2,5 bis 4 mm, blank beizen.

Bei bestimmten Werkstoffen und einer hohen Anforderung an die Oberflächengüte wird die Warmwalzung bei etwa 15 mm Dicke der Platten beendet. In einer Fräsmaschine werden beide Oberflächen der Streifen von der oxydierten Walzhaut befreit. Die gefrästen Streifen werden alsdann satzweise ebenfalls dem Kaltwalzwerk zugeführt.

Zum Warmwalzen von plattiertem Walzgut ist ein zusätzlicher Stoßofen und ein Dreiwalzen-Warmwalzwerk mit den zugehörigen Hilfseinrichtungen wie Stahlsandgebläse, Schweißmaschine, Bürstmaschine und Beizanlage vorhanden.

In dieser Halle ist die Aufstellung eines schweren Zweiwalzen-Umkehr-Warmwalzwerkes für Gleichstrom-Antrieb zum Auswalzen von großen Konstruktionsblechen vorgesehen.

Kaltwalzwerk

Wie bereits erwähnt, werden in Sevojno auch Tafelbleche bis 5 mm Dicke als Breitband gewalzt, auf Spezialmaschinen gerichtet und auf Bestellmaß abgelängt. Blech und Band entstammen also dem gleichen Fertigungsgang. Der Aufbau des ganzen Kaltwalzwerkes wird dadurch klar und einfach. Aus dem Grundrißplan ist zu ersehen, daß die Walzgerüste in einer Fabrikationslinie angeordnet sind. Die Scheren und die Glüh- und Beizeinrichtungen sind seitlich herausgezogen, so daß die Bandringe nach den erforderlichen Zwischenbehandlungen immer wieder auf kürzestem Wege in den Walzprozeß zurückkehren. Vom Warmwalzwerk bis zum Versandmagazin sind kaum gegenläufige Materialbewegungen erforderlich.

Zum Breitbandwalzen sind zwei Kaltwalzgerüste vorhanden (Abb. 7). Das erste Walzgerüst mit Walzen 1050/425 ϕ \times 1250 mm Ballenbreite arbeitet mit einer durch Gleichstromantrieb regelbaren Walzgeschwindigkeit von $v = 45/90$ m/min und dient vorzugsweise zum Vorwalzen. Es kann sowohl im Umkehr- als auch im Einwegbetrieb benutzt werden. Die Umkehrung der Walzrichtung erfolgt beim Vorwalzen sehr dicker Streifen von 15 bis 20 mm Dicke und beim Walzen

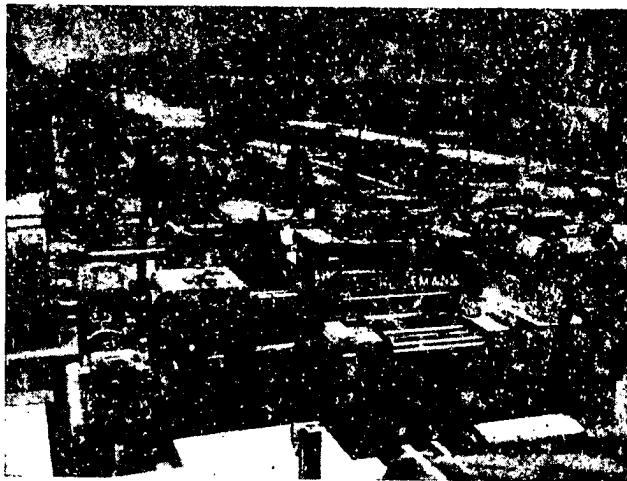


Abb. 6. Durchlauf-Beizanlage

zwischen den Wickeltrommeln. Für den Banddickenbereich von 7 mm an 2,5 bzw. 3 mm ist der Einwegbetrieb mit mechanisierter Rückführung der Bandringe von der Aufrollmaschine hinter dem Walzwerk zur Entrollmaschine vor dem Walzgerüst üblich. Das zweite Vierwalzen-Kaltwalzgerüst mit Walzen 1050/380 mm ϕ \times 1250 mm Ballenbreite arbeitet mit einer Walzgeschwindigkeit von $v = 60/120$ m/min und dient vorwiegend zum Weiterwalzen der bereits geglähten Bänder.

Diesen Vierwalzengerüsten für die Breitbandwalzung ist ein Zweiwalzen-Umkehr-Kaltwalzgerüst mit Walzen 630 ϕ \times 1400 mm Ballenbreite für $v = 40/100$ m/min zugeordnet. Dieses Walzgerüst dient zum Nachwalzen der Bänder und wird zur Erzielung einer Walzpolitur mit Hochglanz-Walzbällen betrieben. Die größere Ballenbreite wurde gewählt, damit die Möglichkeit besteht, Kupferbänder bis 4 ft Breite, das entspricht 1219 mm, herzustellen.

Für Mittelband und zum Vorwalzen von Schmalband, das durch Längsteilung gewonnen wird, ist ein weiteres Vierwalzen-Umkehr-Gerüst mit Walzen 520/175 ϕ \times 500 mm Ballenbreite für $v = 60/120$ m/min vorhanden. Auch diesem Walzgerüst ist ein Zweiwalzengerüst zum Nachwalzen zugeordnet. Für Dünnband und Folien bis herab zu 0,01 mm Dicke steht ein Vierwalzen-Kaltwalzgerüst mit Walzen 520/175 ϕ \times 700 mm Ballenbreite zur Verfügung, das im Umkehrbetrieb mit $v = 90/180$ m/min arbeitet. Die Bänder aus dieser Fertigung werden auf zwei Rollenschere mit hoher Geschwindigkeit in schmale Bänder gespalten. Für schmale Bänder, die größtenteils aus Mittelband geschnitten werden, stehen zusätzlich je zwei Zweiwalzen-Kaltwalzgerüste mit Walzen 250 mm bzw. 160 mm Ballenbreite zur Verfügung, auf denen auch Profile und Bänder mit angewalzten Kanten gewalzt werden können. Tafelbleche über

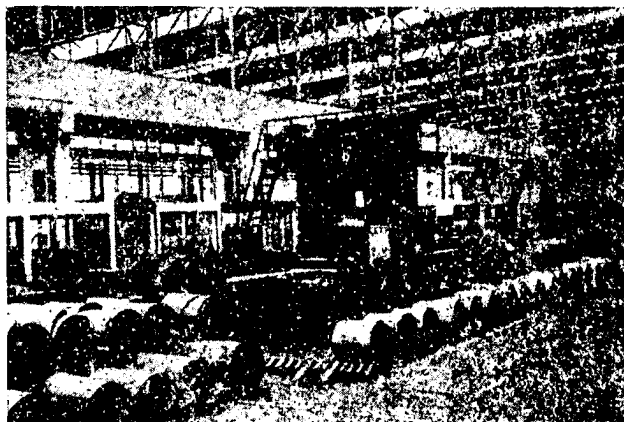


Abb. 7. Vierwalzen-Kaltwalzwerke

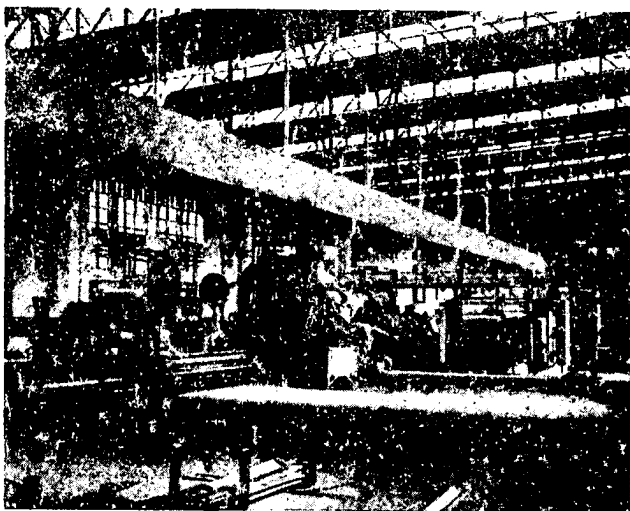


Abb. 8. Liegende 2400-t-Press

5 mm Dicke, die nur in geringen Mengen anfallen, werden in zwei Zweiwalzen-Walzgerüsten mit Überhebetischen, die auch zum Auswalzen der bei der Breitbandherstellung anfallenden Enden benutzt werden, gefertigt.

In der Glüherei stehen mehrere Kammeröfen, ein Elektrodurchziehofen zum Blankglühen von Kupferbändern, drei Elektrodurchziehöfen für Messing und zwei Haubenöfen mit Schutzgasumwälzung. Sämtliche Öfen sind für eine maximale Bandbreite von 1100 mm gebaut. Eine Durchziehbeize für Bänder bis 1100 mm Breite und 3 mm Dicke, zwei Durchziehbeizen für Bänder bis 500 mm Breite und eine offene Beize für Tafelbleche vervollständigen die Anlage.

Für die Zurichtung der kaltgewalzten Bänder sind an der für eine fließende Fertigung geeigneten Stelle die üblichen Hilfsmaschinen vorhanden: Streifenscheren zum Besäumen und Längsteilen, Tafelscheren, Schrottbündelmaschine, Senkrecht-Umwickelmaschine und Engerwickelmaschine. Das Richten und Ablängen des Breitbandes zu Tafelblechen erfolgt auf Vielrollen-Richtmaschinen mit im Lauf schneidenden Querscheren.

Dem Kaltwalzwerk ist eine Abteilung für die Herstellung von Ronden angeschlossen. Hier steht ein Zweiwalzen-Kaltwalzgerüst mit Walzen $425 \varnothing \times 600$ mm für $v = 30$ m/min, das vorwiegend im Einwegbetrieb arbeitet, jedoch auch für Umkehrbetrieb benutzt werden kann. Dieses Walzgerüst wird auch zum Herabwalzen von Preßstreifen, die auf der Strangpresse hergestellt werden, benutzt. Diese Streifen werden nach dem Strangpressen eingerollt, um den Transport zu erleichtern. Vor dem Kaltwalzen werden die bis 12 mm dicken Streifen wieder entrollt und flachgestreckt

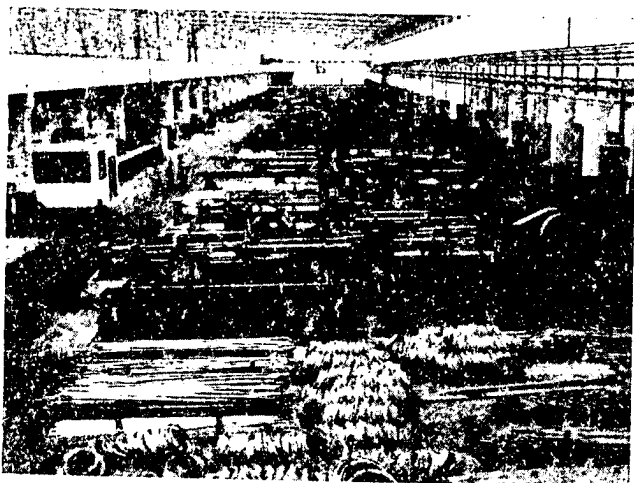


Abb. 9. Rohr- und Stangenzieherei

dem Gerüst zugeführt. Nach dem Wiedereinrollen gelangen die Ringe über eine Rücklaufbahn zur Entrollmaschine, so daß bei gleicher Walzenanstellung eine größere Anzahl Ringe gewalzt wird. Die Anlage ist auch für sehr schwere Preßstreifen bis 30 mm Dicke eingerichtet, die aber vorzugsweise im Umkehr-Betrieb gewalzt werden. Die auf Fertigmaß gewalzten Streifen laufen vom Rollentisch hinter dem Walzgerüst zu einer Querschere, mit der sie in Längen eingeteilt werden. Falls erforderlich, werden sie auf Egalisier-Walzgerüsten nachgewalzt. Stanzen in verschiedener Größe mit einer Stanzkraft von 32 bis 800 t vervollständigen die Einrichtung.

Das Kaltwalzwerk ist trotz den verhältnismäßig wenigen Walzmaschinen sehr leistungsfähig. Die bisherigen Betriebsergebnisse sind gut und lassen bei späterer Erhöhung des Wickelringgewichtes ein weiteres Anwachsen der Wirtschaftlichkeit erwarten. Die Maßabweichungen in Querschnitt und Bandlänge sind bei der Steifigkeit der kräftigen Walzgerüste sehr gering und zeigen die Überlegenheit des Bandwalzverfahrens gegenüber der Einzelwalzung von Tafelblechen in überzeugender Weise. Die Walzgerüste haben berührungslos arbeitende Banddicken-Meßgeräte, die eine Überwachung der Banddicke im Lauf gestatten. Für die Schmierung und Kühlung der Walzen und des Walzgutes sind reichlich bemessene Kreislaufanlagen mit Pumpen, Filtern und Kühlern vorhanden, die je nach den Anforderungen mit Ölemulsion oder Walzöl betrieben werden.

Preßwerk

Das Preßwerk hat eine Schloemann-Preßwasser-Erzeugungsanlage, bestehend aus einem Druckluft-Akkumulator von 3000 l Nutzinhalt, zwei Dreistufen-Hochdruck-Luftkompressoren und vier liegenden Drillingspreßpumpen mit einer Leistung von je 420 l/min bei 240 at Betriebsdruck. In Betrieb sind drei liegende Metallrohrpressen von 3500 t, 2400 t und 1500 t sowie eine vertikale Metallrohrpresse von 630 t. Damit ist das Preßwerk gut ausgerüstet und hohen Anforderungen gewachsen (Abb. 8). Die erforderlichen Hilfsmaschinen wie Doppeldrahtspindel, Bändereinrollmaschine, Schnellsägen usw. sind vorhanden.

Die 3500-t-Pressen werden von einem Bolzenrollofen mit einem Anschlußwert von 1450 kW versorgt. Der Ofen hat zwei Rollbahnen von je 1100 mm Breite und 15 000 mm nutzbarer Länge, eingeteilt in acht Regelzonen. Die Leistung beträgt 8 t/h angewärmte Blöcke. Zwei weitere Bolzenrollöfen mit je 575 kW Anschlußwert sind zwischen der 2400-t- und der 1500-t-Pressen so aufgestellt, daß beide Öfen gemeinsam je eine der beiden Pressen oder jeder eine Presse bedienen kann. Diese Öfen haben eine Anwärmleistung von je 4 t/h. Für das Anwärmen der auf der 630-t-Vertikalpresse zu verarbeitenden Bolzen ist ein Stoßofen mit sieben Bahnen vorhanden. Die Anschlußleistung beträgt 180 kW, die Regelung erfolgt durch drei Regelzonen. Neben den Pressen befindet sich außer der eigentlichen Werkzeugmacherei noch ein Werkzeuglager mit einer kleinen Matrizenschlosserei für die laufenden Betriebsarbeiten.

Zieherei

Zwischen dem Preßwerk und der Zieherei ist ein Zwischenlager für Preßrohre und Preßstangen eingeschaltet. Hier befinden sich ein Anspitzwalzwerk, ein Lufthammer für größere Dimensionen, Rohrreduziermaschinen und sonstige Anspitzmaschinen.

Abb. 9 gibt einen Überblick über die Zieherei. Im Vordergrund sind die Tauchbehälter für Ziehmittel zu sehen, dahinter in langer Reihe die Ziehbänke, nach Betriebsgruppen gestaffelt. In die Produktionslinie sind zweckmäßig Einteilsägen, weitere Anspitzmaschinen und Ziehflüssigkeitsbehälter eingeschaltet. Im Anschluß an die Kettenziehbänke stehen eine Reihe Rohr- und Stangenrichtmaschinen für Rohre bis 250 mm Durchmesser, die Fertigsägen und die Einrichtungen für das Behandeln und Prüfen von Kondensatorrohren und Rohren ähnlicher Qualität. In der links von der Zieherei liegenden Halle sind die Glüh- und Beiz-

einrichtungen untergebracht, so daß auch Rohre und Stangen nach den Zwischenoperationen immer wieder auf kürzestem Wege in den Produktionsfluß einlaufen.

Die Zieherei verfügt über 13 Kettenziehbänke, größtenteils neuer Konstruktionen, insbesondere halbautomatische Ziehbänke. Die Bänke sind ausgestattet mit automatischen Ziehwagen für Einfach-, teilweise für Zwei- und Dreifach-Zug, mechanischer Ziehwagen-Rückholvorrichtung, automatischen Ziehgutablegern mit Motoren, Kugelpf-Zieh-eisenhaltern mit Hochdruck-Ölpumpen und Behältern, Schaltgetrieben für drei Geschwindigkeiten und Vorbank mit Doppel-Dornstangenhaltern im Drehkäfig. Bei den schweren Bänken wird der Dornstangenvorschub mit Preßluft betätigt. Der Ziehwagen, die Ableger und die Rückholvorrichtung bilden eine Funktionseinheit.

Den Abschluß der Zieherei bilden drei horizontale Grobzüge und vier kombinierte Zieh-, Richt- und Poliermaschinen in verschiedenen Größen, eine Profiltrichtmaschine, zwei Streckbänke und eine hydraulische Rohrprüfpresse.

Da auch in der Zieherei das Problem der angeierten Facharbeiter Sorgen machte, wurden die Maschinen von vornherein vorzugsweise mit Hartmetallwerkzeugen ausgestattet. Dies hat den Betriebsanlauf wesentlich erleichtert. Die Oberflächengüte der in Sevojno hergestellten Stangen und Rohre wird dadurch begünstigt.

Untersuchungsanstalt

Das Bestreben der Werksleitung, sich von vornherein auf dem Markt durch die Qualität der hergestellten Halbzeuge durchzusetzen, war neben anderen Gründen Veranlassung, der Untersuchungsanstalt besondere Bedeutung beizumessen. Die Laboratorien wurden geräumig gebaut und großzügig ausgestattet. Sie hatten zunächst drei Aufgaben zu übernehmen:

1. Die laufende Betriebskontrolle wie Gießereianalysen, Überwachung der Konzentration der Beizbehälter, Überwachung der Säurerückgewinnungsanlagen, Abwasserkontrolle, Schutzgasanalysen.
2. Hilfestellung bei der Inbetriebnahme und der Betriebsführung durch chemische und metallographische Untersuchungen.
3. Kontrolle der Halbzeuge in den einzelnen Fabrikationsphasen und Durchführung der Werksabnahme.

Die Kontrolle wird zur Sicherung der Qualität in besonders großem Umfang durchgeführt. Deshalb ist die Untersuchungsanstalt zahlenmäßig stark besetzt. Sie umfaßt die Abteilungen Probenwerkstatt, mechanisches Labor, chemisches Labor, metallographisches Labor, physikalisches Labor und Werksabnahme.

Neues Aluminiumwerk in Jugoslawien geplant

Die Staaten mit reichen Rohstoffvorkommen, die bisher Erze oder Rohmetalle ausführen, sind bestrebt, diese im eigenen Lande zu verarbeiten. Die volkswirtschaftlichen und wirtschaftspolitischen Vorteile, die mit dem Aufbau einer oder mehrerer Ver- und Bearbeitungsstufen zusammenhängen, liegen auf der Hand. Die Bestrebungen zur Industrialisierung sind jedoch durch die Faktoren Kapital und Arbeit begrenzt. Während die Automatisierung weniger aber hochspezialisierte Arbeitskräfte erfordert, steigt der Kapitalbedarf für moderne industrielle Anlagen. Da die Ergiebigkeit des Kapitalmarktes mit der Industrialisierung zu steigen pflegt, kommen für solche Länder, die wesentliche wirtschaftliche Aggregate noch entwickeln und aufbauen, hauptsächlich Kredite in Frage. Damit ist jedoch in der Regel, direkt oder indirekt, eine wirtschaftliche oder wirtschaftspolitische Rücksichtnahme verbunden.

Bereits im Sommer vorigen Jahres erteilten die UdSSR an Jugoslawien eine Kreditzusage in Höhe von 700 Mill. Rubeln, das entspricht kursmäßig 175 Mill. \$, für den Bau einer Aluminiumhütte in Montenegro. Die Berechnung

In allen Abteilungen wird nach modernen Verfahren gearbeitet. Es sind neben den üblichen auch Spezialrichtungen wie Röntgen- und Ultraschallgeräte vorhanden. Im chemischen Labor wird zur Zeit ein Polarograph in Betrieb genommen, und ein Spektrograph mit direkter Ablesung für 30 Komponenten ist bestellt. Eine Rohrpostanlage verbindet die Laboratorien mit der Gießerei und den Produktionsbetrieben. Diesem Netz sind auch die Verwaltung und das Versandmagazin angeschlossen.

Dem chemischen Laboratorium ist auch die Überwachung der umfangreichen Beizanlagen unterstellt. Die Beizen arbeiten in einem Kreislaufsystem. Die Versorgung mit Frischsäure erfolgt durch Säurepumpen von einem unter Flur angeordneten Säurelager über Meßgefäße, so daß die Konzentration der Bäder genau geregelt werden kann. Die verbrauchte Säure wird in Sammelbehältern zugeführt, in denen sie abkühlt. Von hier aus wird die Säure zu einer Zwei-Stufen-Elektrolyse gepumpt, wo das Kupfer in Form von reinsten Kathoden zurückgewonnen wird. Nach dem Eindampfen der Restsäure fällt das Zink in Form von Rohsulfat an, die angereicherte Säure läuft in einen Sammelbehälter und steht zur wiederholten Verwendung zur Verfügung.

Zusammenfassung

Bei dem Überblick über die Einrichtung des Kupfer- und Messingwerkes Sevojno kann auf viele interessante Einzelheiten nicht eingegangen werden. Trotzdem ist den Ausführungen zu entnehmen, daß die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Werkes durch den hohen Stand der technischen Ausstattung stark beeinflusst wird.

Eine wesentliche Voraussetzung der Planung, die Beschränkung auf große Auftrageinheiten in wenigen Legierungen, hat sich nur bedingt halten lassen. Das Werk hat sich den Bedürfnissen des Marktes anpassen müssen. Die moderne Ausstattung mit kontinuierlichen Gießanlagen, Breitbandwalzwerken usw. hat sich aber als elastisch genug erwiesen, um alle Änderungen des Fertigungsprogramms aufzufangen. Sevojno stellt heute die üblichen Halbzeuge in Kupfer und Messinglegierungen nach DIN, ASTM, BSS und allen anderen Normen her. Darüber hinaus werden bereits eine Reihe von Sondererzeugnissen geliefert. Im Betriebsjahr 1956 lag der Exportanteil der Produktion über 40 %.

Zum Schluß danke ich der Generaldirektion der Valjaonica Bakra Sevojno, der Direktion der Gutehoffnungshütte Sterkrade A. G. und der Direktion der Schioemann A. G. für die Genehmigung zur Veröffentlichung dieser Abhandlung und die geleistete Hilfe.

der Mittel war jedoch vorerst unterblieben, der Finanzierungsplan wurde aber im Juli 1957 wieder aufgegriffen. Der Baubeginn ist für 1958 vorgesehen; die volle Ausnutzung des Werkes soll 1964 beginnen. Der Betrieb, der mit Hilfe der UdSSR und der DDR gebaut wird, soll nach Beendigung des ersten Bauabschnittes von 1961 an 50 000 t Rohaluminium jährlich erzeugen. In dem zweiten Bauabschnitt soll die Leistung auf 100 000 t jährlich gesteigert werden. Zusammen mit der Aluminiumhütte werden in Montenegro auch Wasserkraftwerke errichtet.

Das Streben Jugoslawiens nach Industrialisierung kommt auch in der Meldung, die in diesem Zusammenhang interessiert, zum Ausdruck, daß das Elektrolyse-Werk der Aluminiumfabrik in Kidriceva demnächst den Betrieb mit allen 140 elektrischen Öfen voll aufnehmen wird. Durch die Verarbeitung des Bauxits im eigenen Lande wird der jugoslawische Export dieses Rohstoffes in einem halben Jahrzehnt bedeutend niedriger sein, wenn nicht die Gewinnung in großem Maße erweitert wird.