



UN LIBRARY

JUN 15 1961

Distr.
LIMITEEE/CONF.35/G/68/Summary
20 mai 1961
FRANCAIS/ANGLAIS
ORIGINAL: FRANCAISUNITED NATIONS
CONFERENCE ON NEW SOURCES
OF ENERGY

JUN 15 1961

CONFÉRENCE
DES NATIONS UNIES
SUR LES SOURCES NOUVELLES
D'ÉNERGIE

UNISA COLLECTION

SOLAR ENERGY, WIND POWER AND GEOTHERMAL ENERGY

ÉNERGIE SOLAIRE, ÉNERGIE ÉOLIENNE ET ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

Point de l'ordre du jour/ Agenda item/:

II.A.2.(b) -

Exploitation de l'énergie géothermique et production d'électricité
au moyen de l'énergie géothermique -
Utilisation de l'énergie géothermique pour la production
d'électricitéHarnessing of geothermal energy and geothermal electricity production
Utilization of geothermal energy for power generationCONSIDERATIONS SUR LE FONCTIONNEMENT DES CENTRALES
GEOTHERMOELECTRIQUES DE LARDERELLO ET SUR LE
TRANSPORT DU FLUIDE ENDOGENE

Par Ing. Pietro DI MARIO

Dirigeant "Larderello" S.p.A., Pise, Italie

REMARKS ON THE OPERATION OF THE
GEOTHERMAL POWER STATIONS AT LARDERELLO AND
ON THE TRANSPORTATION OF GEOTHERMAL FLUID

By Pietro DI MARIO, Engineer

Manager, Larderello S. A., Pisa, Italy

PAPERS HAVE BEEN CONTRIBUTED TO THE UNITED
NATIONS CONFERENCE ON NEW SOURCES OF ENERGY
BY INVITATION AND ARE FOR DISTRIBUTION AS WORK-
ING PAPERS FOR THAT CONFERENCE. THEY ARE PUB-
LISHED AS PRESENTED BY THE AUTHORS, AND THE
CONTENTS AND THE VIEWS EXPRESSED ARE THOSE OF
THE AUTHORS.

(See notes overleaf)

LES AUTEURS ONT PRESENTE SUR INVITATION A LA
CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES
NOUVELLES D'ENERGIE DES MEMOIRES QUI SERONT
DISTRIBUES COMME DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA
CONFERENCE. CES MEMOIRES SONT PUBLIES TELS
QUE LES AUTEURS LES ONT REDIGES ET LES VUES
QU'ILS CONTIENNENT SONT CELLES DES AUTEURS.

(Voir notes au verso)

NOTES

1. The working languages of the Conference are English and French. All papers contributed are reproduced in one or other of these two languages. Where a paper has been reproduced in both working languages for the convenience of a rapporteur, both language versions are provided as part of the Conference documentation.

2. Where any paper has been contributed in one of the official languages of the UN other than English or French, then it has been made available to the conference in that language. A translation of such papers in either English or French (according to the request of the relevant rapporteur) is provided.

3. Summaries of all papers, as presented by the authors, will be available in both working languages—English and French. Summaries will not include diagrams and photographs and should be read in conjunction with the paper proper, which will bear the same reference number as the summary.

4. Papers and summaries will not be generally available for distribution to other than participants and contributors to the Conference until after the Conference, under publication arrangements to be announced.

1. Les langues de travail de la Conférence sont l'anglais et le français. Tous les mémoires présentés sont reproduits dans l'une ou l'autre de ces deux langues. Lorsqu'un mémoire est reproduit dans les deux langues de travail sur la demande d'un rapporteur, la version anglaise et la version française du mémoire font toutes deux parties de la documentation de la Conférence.

2. Lorsqu'un mémoire est présenté dans une langue officielle de l'ONU autre que l'anglais ou le français, il est publié dans cette langue. Les mémoires appartenant à cette catégorie sont en outre publiés en traduction anglaise ou française (selon la demande du rapporteur chargé du sujet considéré).

3. Des résumés de tous les mémoires, établis par les auteurs eux-mêmes, seront publiés dans les deux langues de travail: anglais et français. Les résumés ne contiendront ni diagrammes ni photographies, et il conviendra de les rapprocher du mémoire lui-même, qui portera le même numéro de référence que le résumé.

4. Les mémoires et les résumés ne pourront en général être distribués à des personnes autres que les participants et les auteurs qu'après la Conférence et selon des modalités de publication qui seront annoncées ultérieurement.

CONSIDERATIONS SUR LE FONCTIONNEMENT DES CENTRALES GEOTHERMOELECTRIQUES DE LARDERELLO ET SUR LE TRANSPORT DU FLUIDE ENDOGENE

Par

Ing. Pietro Di MARIO
Dirigeant "LARDERELLO", S.A.
PISE (Italie)

RESUME

1 - SCHÉMAS D'EXPLOITATION DE LA VAPEUR ENDOGÈNE.

On illustre brièvement les diverses installations géothermoélectriques et les relatifs cycles d'exploitation. On donne les caractéristiques de consommation tant pour les turbines à décharge atmosphérique que pour les turbines à condensation, à vapeur directe.

Pour les groupes à décharge atmosphérique on décrit les améliorations obtenues par une première roue à action dans les turbines à réaction, qui permette le réglage par admission partielle pour utiliser la vapeur naturelle à des pressions entre 7 et 11 ata, avec les meilleurs rendements.

Pour un groupe de 15.000 kW à condensation, à vapeur directe, on donne le bilan énergétique, dans une condition de fonctionnement.

2 - APPAREILS PRINCIPAUX.

On décrit et analyse dans leur exploitation :

- dépurateurs de la vapeur endogène, c'est-à-dire filtres mécaniques, tours de lavage (Kittel), cyclones axiaux ;
- tours de réfrigération en ciment armé, à tirage naturel : d'une tour avec un débit de 9.000 mc/h d'eau, on donne les courbes de refroidissement;

- condenseurs à mélange, en fonte ou en acier plombé ;
- pompes principales pour la circulation d'eau : on pose en évidence les avantages réalisés avec l'adoption récente des pompes hélicocentrifuges à axe vertical, à deux temps, avec des palettes réglables ;
- extracteurs de gaz (compresseurs), mus par des moteurs électriques ou de petites turbines à condensation : on examine la nécessité de régler la caractéristique des machines aux conditions variables d'exploitation d'une centrale géothermo-électrique.

3 - RECHERCHE DE L'OPTIMUM POUR LES AUXILIAIRES

On analyse l'importance de bien régler les auxiliaires principales (pompes et extracteurs de gaz), la consommation usuelle étant de 8 à 14 % de l'énergie produite.

Après les rapports entre la température de l'eau de circulation, la température du gaz aspiré par le compresseur , l'énergie de pompage et de compression, la pression réalisée à la décharge de la turbine, pour un groupe de 15.000 kW/ à une condition de fonctionnement, on trace un diagramme qui permet de trouver le débit d'eau et le vide économique, en fonction de la température de l'eau froide.

Pour le groupe considéré, la pression d'échappement

économique varie entre 0,074 ata (eau à 20 °C) et 0,123 ata (eau à 36 °C) : un degré centigrade de variation de la température de l'eau de circulation apporte une variation moyenne de 100 kW à la puissance utile.

4 - EXPLOITATION ET COMPORTEMENT DES SOUFFLARDS.

Sans faire des hypothèses au sujet des origines de la vapeur endogène, on analyse le comportement des soufflards suivant le temps et pendant les opérations principales de gestion:

- éruption d'un puits ;
- variation de la pression à l'orifice de sortie ;
- perturbation du régime d'un soufflard provoquée par un nouveau forage : variations du débit dans le temps ;
- fermeture des soufflards.

D'après les observations recueillies jusqu'ici, on tire des conséquences pratiques:

- nécessité de relever les caractéristiques des vapeurs après les phases de paroxysme, quand la vapeur se présente complètement sèche et le débit est presque constant ;
- utilité d'exploiter rapidement, pendant ce temps, la vapeur naturelle en groupes de construction monobloc, à décharge libre ;
- limitation des puits dans la même zone ;

- opportunité de fermer un soufflard une fois passée la phase de paroxysme, après l'éruption.

5 - TRANSPORT DE LA VAPEUR ENDOGENE.

Données les courbes débit-pression et température-pression du soufflard d'embrancher et du champ vaporeux préexistant, connues les caractéristiques de consommation et de production de la Centrale, on trace le procédé pour calculer le diamètre optimum de la conduite et l'épaisseur optimum de l'isolant thermique.

On analyse d'après, le problème mécanique des conduites et on fait relever les divers systèmes utilisés pour la compensation des dilatations thermiques des tuyages.

REMARKS ON THE OPERATION OF THE GEOTHERMAL POWER STATIONS
AT LARDERELLO AND ON THE TRANSPORTATION OF GEOTHERMAL

FLUID

By

Engineer Pietro Di Mario
Manager, Larderello, Ltd., Pisa, Italy

SUMMARY

I - SCHEMES OF NATURAL STEAM EXPLOITATION

The author briefly illustrates the various geothermal power plants and their operating cycles; giving the consumption curves for both the atmospheric turbines and condensing direct-steam turbines.

For the atmospheric units he describes the improvements obtained by means of an additional stage in the reaction turbines, permitting regulation by partial admission, to utilize the natural steam at a pressure of 7 to 11 atm, at the optimum efficiency.

For a condensation or direct steam units working at 15,000 kw, the paper gives the power developed under various operating conditions.

2 - PRINCIPAL AUXILIARIES

These are described and analyzed, natural steam purifiers, i.e. mechanical filters, scrubbing towers, axial cyclones;

- refrigerating towers of reinforced concrete, operating by natural draughts; refrigerating curves of a tower with a water flow of $9000 \text{ m}^3/\text{n}$;
- cast-iron or lead-plated steel mixing condensers;
- main pumps for water circulation; emphasis is laid on the advantages realized by the recent adoption of two-stroke helicocentrifugal pumps with vertical axis and adjustable blades;
- gas extractors (compressors), driven by electric motors or small condensation turbines: noting the need of regulating operation of these units according to the various operating conditions of the geothermal power station.

3 - RESEARCH ON THE OPTIMUM FOR AUXILIARIES

The paper analyzes the importance of satisfactory regulation of the main auxiliaries (pumps and gas extractors) which usually consume 8 to 14 per cent of the energy generated.

After giving the relations between the circulation water temperature, the temperature of gas exhausted by the compressor, the pumping and compression energy, and the pressure due to the turbine exhaust, for a group working at 15,000 kW. the author presents a diagram for finding the water flow and the economic vacuum from the temperature of the cold water.

For the group considered above, the economic exhaust pressure ranges from 0.074 atm (water at 20 C°) to 0.123 (water at 36 C°): 10C change in the circulation water temperature causes an average variation of 100 kw in useful power.

4 - EXPLOITATION AND FUNCTIONING OF INTERMITTENT STEAM JETS

Without hypotheses on the origin of the natural steam, the author analyzes the operation of the successive intermittent steam jets and during the main operations:

well blow-out;
varying pressure at exhaust nozzle;
disturbance of the functioning of an intermittent vapor jet
caused by a new nozzle; variation of flow with time;

closing down an intermittent steam jet.

From these observations, the practical consequences are drawn:

- need to survey the steam properties after the superheating phase, when the steam is completely dry and the flow is almost steady;
- utility for rapidly exploding; during this time, the natural steam in monoblock groups, with free exhaust;
- limited number of holes in the same area;
- possibility of closing down an intermittent steam jet following superheating, after the blow-out.

5 - TRANSPORTATION OF NATURAL STEAM

Given the flow-pressure and the temperature-pressure curves of the intermittent steam-jet branch and the pre-existing vaporized field, and knowing the characteristics of a station's consumption and generation, it is possible to calculate both the optimum diameter of the pipeline and the optimum thickness of the insulating material.

Finally, the author analyses the mechanical problems of pipelines and notes the different systems utilized to compensate for the thermal expansion of the pipes.