

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

NGUYỄN TAM TÍNH

**NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT ĐỔ THẢI ĐÁ ĐÁ HỢP LÝ
NHẪM ĐẢM BẢO ĐỘ ỔN ĐỊNH BÃI THẢI TRONG ĐIỀU
KIỆN MƯA MÙA NHIỆT ĐỚI CHO CÁC MỎ THAN
LỘ THIÊN VÙNG CẨM PHẢ - QUẢNG NINH**

Ngành: Khai thác mỏ

Mã số: 9520603

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2022

**Công trình hoàn thành tại: Bộ môn Khai thác lộ thiên
Khoa Mỏ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất**

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. GS.TS.NGŨT. Bùi Xuân Nam**, Trường Đại học Mỏ - Địa chất
- 2. PGS.TS. Vũ Đình Hiếu**, Viện Nghiên cứu Biển và Hải đảo, Bộ TN&MT

Phản biện 1: GS.TS. Nhữ Văn Bách

Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam

Phản biện 2: TS. Mai Thế Toàn

Bộ Tài nguyên và Môi trường

Phản biện 3: PGS.TS. Phạm Văn Hòa

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp Trường, họp tại:
Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên - Đức Thắng - Bắc Từ Liêm - Hà Nội
vào hồi.....giờ.....ngày.....tháng.....năm 2022.

Có thể tìm thấy luận án tại Thư viện Quốc gia Hà Nội
hoặc Thư viện Trường Đại học Mỏ - Địa chất

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Đổ thải đất đá là một trong khâu công nghệ chính trong khai thác mỏ lộ thiên, nó ảnh hưởng trực tiếp tới hiệu quả khai thác; an toàn và môi trường khu vực. Các tác động tiêu cực của công tác đổ thải gồm: chiếm dụng đất bề mặt, thay đổi cảnh quan, tác động tới môi trường nước, không khí khu vực, nguy cơ sạt, lở vùi lấp công trình xung quanh.

Các mỏ than lớn của Việt Nam như: Đèo Nai, Cao Sơn, Cọc Sáu tập trung chủ yếu ở khu vực Cẩm Phả - Quảng Ninh, mô hình đổ thải ngoài và trong với phương pháp đổ thải theo chu vi. Bãi thải ngoài của các mỏ thường tập trung tại một số khu vực như Bàng Nâu, Đông Cao Sơn, Khe Tam. Bên cạnh đó, các bãi thải tại các mỏ khu vực Cẩm Phả - Quảng Ninh thuộc vùng mưa mùa nhiệt đới. Trong những năm gần đây, do biến đổi khí hậu dẫn đến thời tiết cực đoan làm trái đất nóng dần lên, gây mưa to bão lớn. Cụ thể, trận mưa lũ lịch sử cuối tháng 7, đầu tháng 8 năm 2015 đã khiến một phần đập chắn đất mức +9,8 m của bãi thải Đông Cao Sơn bị sạt lở, đất đá trôi lấp xuống khu vực hạ lưu, đe dọa tính mạng, tài sản của hàng trăm hộ dân ở khu 4, phường Mông Dương. Khi xảy ra sạt lở các bãi thải, đất đá sẽ vùi lấp các sông suối xung quanh, diện tích đất canh tác của người dân và cần phải tốn công sức và một thời gian dài mới có thể khắc phục được.

Đặc điểm các bãi thải đất đá vùng Cẩm Phả thường xây dựng trên sườn núi và trên mức thoát nước tự chảy, chiều cao bãi thải lớn. Ổn định bãi thải phụ thuộc vào đặc điểm địa hình địa mạo, tính chất nền bãi thải, tính chất đất đá thải, các thông số bãi thải, công nghệ thiết bị xây dựng cường độ và thời gian mưa. Tùy thuộc cường độ và thời gian mưa, sự phân bố cỡ hạt trong tầng thải mà áp lực nước lỗ rỗng và cường độ kháng cắt của đất đá thay đổi sẽ ảnh hưởng lớn tới an toàn các tầng thải. Theo kế hoạch, các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả đang tiếp tục mở rộng và đào sâu, bãi thải tiếp tục chất cao và chiếm nhiều diện tích đất hơn. Mưa lũ bất thường đòi hỏi các bãi thải đã, đang và chưa đổ cần có thông số hình học, kỹ thuật đổ thải hợp lý để đảm bảo an toàn cho môi trường và hiệu quả sản xuất mỏ.

Chính vì vậy luận án: “*Nghiên cứu kỹ thuật đổ thải đất đá hợp lý nhằm đảm bảo độ ổn định bãi thải trong điều kiện mưa mùa nhiệt đới cho các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh*” có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Mục tiêu

Nâng cao độ ổn định bãi thải của các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh, đồng thời giảm chi phí đổ thải và góp phần thiểu tác động tới môi trường do các bãi thải gây ra.

3. Nội dung nghiên cứu

Luận án tập trung nghiên cứu một số nội dung chính sau:

- Tổng quan kinh nghiệm đổ thải đất đá mỏ tại Việt Nam và trên thế giới;
- Phân loại các bãi thải ngoài của các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh;
- Khảo sát ảnh hưởng của cường độ và thời gian mưa tới ổn định các bãi thải đất đá mỏ;
- Khảo sát mối quan hệ giữa các thông số lực dính kết, góc nội ma sát, dung trọng đất đá trong bãi thải với chiều cao tầng thải, công nghệ, thiết bị thải trong mùa khô và mùa mưa;
- Xác định các thông số bãi thải phù hợp với đặc điểm tự nhiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh;
- Xây dựng sơ đồ công nghệ - thiết bị đổ thải đảm bảo ổn định trong mùa mưa và mùa khô vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

4.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của Luận án là các bãi thải đất đá tại các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh.

4.2. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu luận án là nghiên cứu các thông số và công nghệ đổ thải phù hợp tại các bãi thải mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh trong điều kiện mưa mùa nhiệt đới.

5. Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp nghiên cứu chính được thực hiện trong luận án nhằm đạt được các mục tiêu đề ra bao gồm: phương pháp phân tích và tổng hợp lý thuyết; phương pháp thống kê; phương pháp kê thừa; phương pháp mô hình hóa; phương pháp toán học; phương pháp ứng dụng tin học.

6. Những điểm mới của luận án

- Đề xuất tiêu chí ổn định chấp nhận của bãi thải và tiêu chí phân loại các bãi thải của các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh.
- Xác định các thông số lực dính kết, góc nội ma sát bằng phương pháp tính ngược từ các thông số biến dạng bãi thải và kết hợp các thí nghiệm bề mặt.
- Đề xuất hình dạng bãi thải chiếm dụng đất tối thiểu với khối lượng chứa tối đa.
- Bằng các mô hình số đã xác định các thông số bãi thải hợp lý trong mùa khô và mùa mưa đảm bảo tiêu chí ổn định bãi thải.
- Đề xuất kỹ thuật đổ thải đất đá hợp lý nhằm đảm bảo độ ổn định bãi thải trong điều kiện mưa mùa nhiệt đới cho các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh.

7. Các luận điểm bảo vệ

Luận điểm 1: Sự ổn định của bãi thải mỏ than lộ thiên phụ thuộc vào điều kiện địa chất nền bãi thải; tính chất đất đá thải, các thông số hình học bãi thải, công nghệ thiết bị xây dựng và tính chất mưa mùa. Cường độ và thời gian mưa càng lớn, hệ số ổn định bãi thải càng giảm và đạt giá trị nhỏ nhất sau 24 giờ mưa.

Luận điểm 2: Thay đổi các tính chất đất đá thải trong điều kiện tự nhiên và bão hòa để phân tích ổn định bãi là cơ sở quan trọng để lựa chọn thông số hợp lý cho bãi thải mỏ than lộ thiên.

Luận điểm 3: Khi áp dụng công nghệ đổ thải kết hợp tầng thải phía trong và tầng thấp bao quanh, thân trên từng đoạn bờ bãi thải sẽ bảo đảm ổn định và giảm chi phí vận tải, san gạt cho các bãi thải trên sườn núi.

8. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

8.1. Ý nghĩa khoa học

Góp phần bổ sung cơ sở khoa học cho kỹ thuật đổ thải nhằm nâng cao độ ổn định bãi thải và giảm thiểu tác động tới môi trường tại các mỏ than lộ thiên.

8.2. Ý nghĩa thực tiễn

Góp phần nâng cao hiệu quả và an toàn cho công tác đổ thải trên các mỏ khai thác than lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh trong điều kiện biến đổi khí hậu.

9. Cấu trúc luận án

Ngoài phần mở đầu, kết luận, tài liệu tham khảo và phụ lục, cấu trúc của luận án bao gồm 4 chương: Chương 1: Tổng quan công tác đổ thải và các nghiên cứu về công tác đổ thải tại các mỏ lộ thiên trên thế giới và Việt Nam; Chương 2: Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới công tác đổ thải tại các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh; Chương 3: Nghiên cứu công nghệ đổ thải đất đá hợp lý đảm bảo độ ổn định bãi trong điều kiện mưa mùa nhiệt đới cho các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh; Chương 4: Tính toán thử cho mỏ than Cao Sơn vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN CÔNG TÁC ĐỔ THẢI VÀ CÁC NGHIÊN CỨU VỀ CÔNG TÁC ĐỔ THẢI TẠI CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM

1.1. TỔNG QUAN VỀ CÁC DẠNG BÃI THẢI MỎ LỘ THIÊN TRÊN THẾ GIỚI

1.1.1. Tổng quan về các mỏ lộ thiên

Khai thác lộ thiên đã được biết đến từ thời cổ đại và ngày nay nó là cách phổ biến nhất để khai thác khoáng sản rắn. Tỷ trọng khai thác lộ thiên chiếm hơn 80% sản lượng khai thác trên thế giới, ở Mỹ - 83%, ở các nước SNG khoảng 70%. Ở Nga, 91% quặng sắt, hơn 70% quặng kim loại màu, hơn 60% than đá, gần như 100% vật liệu xây dựng được khai thác ở lộ thiên [82].

1.1.2. Các dạng bãi thải mỏ lộ thiên

Công tác thải đá – đó là tổng hợp các thao tác tiếp nhận và chất xếp đất đá thải vào một khu vực riêng theo một phương thức và trình tự xác định. Nơi lưu giữ đất đá gọi là bãi thải [3]. Những dấu hiệu để phân biệt các loại bãi thải là: vị trí của bãi thải, số lượng tầng thải đang hoạt động, điều kiện địa hình, phương tiện cơ giới hóa công tác thải đá [11].

1.1.2.1. Theo vị trí xây dựng bãi thải

1.1.2.2. Theo thời gian tồn tại

1.1.2.3. Theo công nghệ tạo bãi thải

1.2. TỔNG QUAN CÔNG TÁC ĐỔ THẢI TẠI CÁC NƯỚC TRÊN THẾ GIỚI

Hiện nay, có ba phương pháp đổ thải đang được sử dụng, bao gồm: đổ thải trên cao, đổ thải bằng phương pháp gạt bằng, và đổ thải theo lớp [58]. Trong đó, phương pháp đổ thải trên cao, hay còn được gọi là phương pháp đổ thải trên sườn dốc, là phương pháp được sử dụng sớm nhất và phổ biến nhất do dễ thực hiện và không yêu cầu nhiều về các thông số kỹ thuật và tiêu chuẩn chất lượng. Tuy nhiên, đây cũng là phương pháp gây hiện tượng phân tách kích cỡ hạt theo chiều cao bờ dốc nhiều nhất, là nguyên nhân gây ảnh hưởng tới sự mất ổn định của sườn dốc. Đối với phương pháp gạt, ngoài các xe tải đổ thải, cần phải có kèm các xe san gạt. Hiện tượng phân tách theo cỡ hạt cũng ít xảy ra ở trên đỉnh dốc. Phương pháp đổ thải theo lớp được coi là phương pháp tối ưu nhất hiện nay, tuy nhiên, để đảm bảo các chỉ tiêu chất lượng, chiều cao lớp thải thường không quá 6 m, do đó, gây kéo dài quá trình đổ thải. Các yêu cầu kỹ thuật và chỉ tiêu của phương pháp này cũng chặt chẽ và chi tiết hơn so với hai phương pháp trên.

1.2.1. Công tác đổ thải và quản lý bãi thải tại LB Nga

1.2.2. Công tác đổ thải tại Trung Quốc

1.2.3. Công tác đổ thải tại Canada

1.3. TỔNG QUAN CÔNG TÁC ĐỔ THẢI TẠI CÁC MỎ VÙNG CẨM PHẢ - QUẢNG NINH

Các mỏ than lộ thiên chính trong khu vực Cẩm Phả bao gồm: Đèo Nai, Cao Sơn, Cọc Sáu và Khe Chàm II. Công nghệ khai thác tại các mỏ gồm các khâu công nghệ: khoan - nổ mìn, xúc bốc vận tải, thải đá. Đất đá thải từ các mỏ đổ ra bãi thải ngoài và trong như Đông Cao Sơn, Bàng Nâu, Đông Khe Sim, Lộ Trí và Tả Ngạn.

1.3.1. Đất đá thải các mỏ vùng Cẩm Phả

1.3.2. Thành phần hạt tại các bãi thải

1.3.3. Vị trí và công nghệ đổ thải

1.3.3.1. Bãi thải Đông Cao Sơn

1.3.3.2. Bãi thải Bàng Nâu

1.3.3.3. Bãi thải Đông Khe Sim - Nam Khe Tam

1.3.3.4. Bãi thải Mông Giăng

1.3.3.5. Bãi thải trong moong Lộ Trí, mỏ Đèo Nai

1.3.3.6. Bãi thải trong moong Tả Ngạn - Cọc Sáu

1.3.4. Công nghệ đổ thải

Hầu hết các mỏ khai thác than lộ thiên Việt Nam sử dụng hình thức đổ thải với công nghệ đổ thải bãi thải cao, kết hợp giữa ô tô - máy ủi. Quá trình thải đá gồm các công việc theo trình tự như sau: ô tô đổ đất đá trực tiếp xuống sườn hoặc lên mặt tầng thải, máy ủi đẩy đất đá xuống sườn tầng thải (hoặc san nó theo bề mặt) và duy trì đường ô tô trên tầng thải. Các bãi thải này thường có chiều cao từ 60÷150 m, có nơi đến 270 m, góc dốc sườn bãi thải tương đối lớn từ 30÷40°.

1.4. ĐÁNH GIÁ CÁC NGHIÊN CỨU VỀ CÔNG TÁC ĐỔ THẢI

1.4.1. Các nghiên cứu ngoài nước

Các nhà khoa học LB Nga đã đóng góp đáng kể vào việc giải quyết vấn đề quản lý ổn định mái dốc ở các moong và bãi thải lộ thiên như: Фисенко Г.Л. [101], Ильин А.И., Гальперин А.М., Стрельцов В.И. [86], Попов И.И., Окатов Р.П. [96], Певзнер М.Е. [92], Демин А.М. [85], Сапожников В. Т. [98], Попов В.Н., Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. [95], Половов Б.Д. [94], Туринцев Ю.И., Половов Б.Д., Гордеев В.А. [100], Крячко О.Ю. [89], Козлов Ю.С. [88], Будков В.П. [84] và các nhà khoa học nước ngoài khác như [33], [34], [56], [65], [71],...

1.4.2. Các nghiên cứu trong nước

Một số nghiên cứu của các tác giả Việt Nam, điển hình như [3], [9], [11] đã giới thiệu về các loại bãi thải, các phương pháp đổ thải và các thông số của bãi thải trên mỏ lộ thiên trên nền cứng và nền yếu.

1.4.3. Đánh giá các công trình nghiên cứu về đổ thải mỏ lộ thiên

Các vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu để đáp ứng mục tiêu bãi thải đảm bảo ổn định trong mùa mưa nhiệt đới đó là: mô hình thấm của mưa với đất đá bãi thải không bão hòa; tính chất đất đá bãi thải, tối ưu các thông số bãi thải và công nghệ đổ thải phù hợp trong mùa mưa.

1.5. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Công tác đổ thải là một trong những khâu quan trọng trong quá trình khai thác, và luôn được thực hiện song song với công tác khai thác mỏ bởi nó quyết định tính hiệu quả và tiến trình khai thác. Tùy thuộc điều kiện thực tế, bãi thải bố trí bên ngoài hoặc bên trong khai trường.

Hầu hết các bãi thải ngoài vùng Cẩm Phả thường đổ dọc theo sườn núi hoặc trên bề mặt. Bãi thải thường nhiều tầng, công nghệ đổ thải theo chu vi bằng ô tô và máy ủi. Những năm gần đây, mỏ than Cao Sơn đã sử dụng hệ thống băng tải và cầu đỡ tải khi đổ tầng cao tại bãi thải Bằng Nâu. Các bãi thải tầng cao lu lèn kém chính là điều kiện nước mưa thấm xuống gây nguy hiểm cho bãi thải.

Ở Việt Nam đã có một số công trình nghiên cứu về ổn định bãi thải, công nghệ đổ thải. Tuy nhiên, trong điều kiện mưa mùa nhiệt đới ở vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh, cần có kỹ thuật đổ thải hợp lý nhằm đảm bảo cho các công trình xung quanh.

CHƯƠNG 2

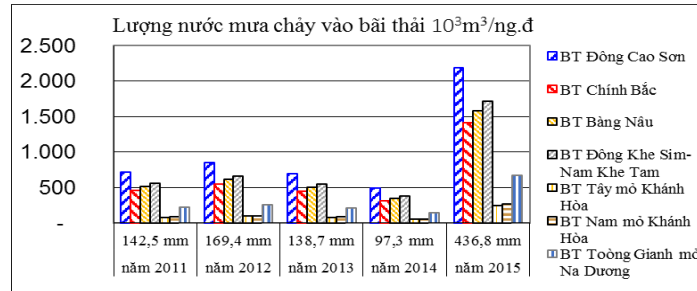
NGHIÊN CỨU CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI KỸ THUẬT ĐỔ THẢI TẠI CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN VÙNG CẨM PHẢ - QUẢNG NINH

2.1. ĐẶC ĐIỂM MƯA MÙA NHIỆT ĐỚI VÀ MÔ HÌNH LƯỢNG NƯỚC CHẢY VÀO BÃI THẢI TẠI KHU VỰC CẨM PHẢ - QUẢNG NINH

2.1.1. Đặc điểm mưa mùa nhiệt đới tại khu vực Cẩm Phả - Quảng Ninh

Các mỏ lộ thiên vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh nằm trong vùng có khí hậu nhiệt đới gió mùa với hai mùa rõ rệt. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10, mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Mưa thường lớn nhất vào tháng 7, 8 hàng năm, trung bình nằm trong khoảng 400÷600 mm.

Qua Hình 2.1 cho thấy: trong các năm từ 2011÷2018, lượng mưa hàng năm thay đổi không đáng kể; năm 2015 lượng mưa tăng đột biến, lượng nước mưa chảy vào bãi thải cũng tăng rất nhiều (từ 2÷4 lần) các năm trước; sau năm 2015, lượng mưa hàng tháng có xu hướng biến đổi khó lường.



Hình 2.1. Lượng nước chảy vào bãi thải ngoài theo số liệu mưa lớn nhất hàng năm từ 2011-2018 [5]

2.1.2. Mô hình lượng nước mưa chảy vào bãi thải

Tùy thuộc vào cường độ của mưa (P), hàm lượng nước ban đầu của đất đá gần bề mặt, một phần lượng mưa sẽ chảy ra khỏi bề mặt tầng thải (R_o), một phần sẽ bốc hơi khỏi bề mặt (E_s) và một phần sẽ thấm vào lớp gần bề mặt. Nước xâm nhập làm lượng nước được lưu trữ ở lớp gần bề mặt của bãi thải tăng tạm thời (ΔSW). Sau đó, nước được giữ trong ở lớp gần bề mặt giảm xuống qua thoát hơi nước (ET) hoặc bằng cách thấm xuống phía dưới bãi thải (R), cho đến khi đạt được trạng thái cân bằng mới hoặc sự kiện thấm khác xảy ra.

2.1.3. Các biến dạng bãi thải

Việc biến dạng xảy ra trên sườn dốc đổ thải là kết quả sự mất cân bằng bên trong một khối vật liệu trong toàn bộ sườn dốc. Các biến dạng tại bãi thải thường do tính chất đất đá thải, điều kiện nền bãi thải gây nên sự thay đổi các thông số bãi thải, trượt lở mất ổn định.

2.1.3.1. Các dạng trượt lở liên quan tới tính chất nền thải

Trượt lở có liên quan tới tính chất nền bãi thải gồm các dạng sau [9]: a) Trượt lở dạng khối quay; b) Trượt lở khối không tuần hoàn; c) Trượt lở dạng khối nêm; d) Hiện tượng dịch chuyển nền thải; e) Sự hóa lỏng; f) Trượt chân tầng; g) Trượt do hoạt động địa chất.

2.1.3.2. Trượt lở do tính chất đất đá thải

Trượt lở do tính chất đất đá thải gồm các dạng sau: a) Trượt lở tại mép tầng; b) Trượt lở theo sườn tầng; c) Trượt lở theo khối chuyển động bề mặt.

2.1.3.3. Trượt lở do tác dụng dòng nước

Những trượt lở sinh ra trong trường hợp này liên quan tới hiện tượng trôi trượt của khối đất đá tại khu vực sườn hoặc bề mặt tầng thải. Thể tích và tốc độ của dòng vật liệu có thể làm tăng quá trình hình thành khối trượt. Dòng vật liệu trượt lở có thể phát triển tương ứng với quá trình tăng độ ẩm và trương nở, sự phát triển của các lớp nước, và quá trình tập trung của các dòng chảy bề mặt.

2.2. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CÔNG TÁC ĐỔ THẢI

Công tác đổ thải tại các bãi thải mỏ lộ thiên gồm các công việc: Lựa chọn vị trí đổ thải, các thông số bãi thải đảm bảo yêu cầu đặt trước, xây dựng và thực hiện công nghệ đổ thải và các giải pháp đảm bảo ổn định khi kết thúc đổ thải.

Có rất nhiều yếu tố khác nhau ảnh hưởng tới độ ổn định của bãi thải. Các yếu tố này được phân thành: yếu tố bên ngoài và yếu tố bên trong.

2.2.1. Ảnh hưởng của lượng mưa tới ổn định bãi thải

Áp lực nước lỗ rỗng không cố định theo thời gian trong bãi thải và có thể thay đổi do điều kiện môi trường. Điều này ảnh hưởng đến sức hút và sự gắn kết liên quan đá thải, do đó ảnh hưởng đến độ ổn định mái dốc của đất đá không bão hòa.

Phần mềm Geo-Studio 2018 được sử dụng để phân tích ổn định mái dốc với hai mô đun là SEEP/W và SLOPE/W. Trong đó, mô đun SEEP/W được dùng để phân tích thấm không ổn định theo thời gian nhằm xác định sự thay đổi của đường bão hòa trong mái dốc khi có mưa.

Từ các tính toán trên cho thấy: trong mọi trường hợp, hệ số ổn định giảm trong thời gian mưa do áp lực nước lỗ rỗng ngày càng tăng. Mặc dù mức giảm là nhỏ, từ 0,2 đến 2,9%. Sau 24 giờ hệ số ổn định đạt giá trị tối thiểu. Đây là cơ sở để lựa chọn các thông số hình học của bãi thải đảm bảo ổn định trong mùa mưa.

2.2.2. Ảnh hưởng của địa chấn

Trên cơ sở sử dụng phần mềm chuyên dụng phân tích tác động của địa chấn và chấn động nổ mìn tới ổn định bãi thải. Dựa trên kết quả phân tích ở hình trên cho thấy: khi bờ bãi thải chịu tác động của địa chấn, hệ số ổn định giảm so với khi không chịu tác động là 8÷10%.

2.2.3. Ảnh hưởng của nền bãi thải

Đất nền bãi thải thường bị phá hoại dưới dạng đất nền hoặc khối đất đắp bị trượt. Sự trượt xảy ra theo một mặt nào đó trong khối đất là do ứng suất cắt τ (do tải trọng từ bãi thải gây ra) tại các điểm trên mặt đó quá lớn, lớn bằng cường độ chống cắt τ_0 . Khi trượt, khối đất chuyển dịch lớn gây mất ổn định nền hoặc khối đất đá thải. Như vậy cường độ chống cắt τ_0 của nền bãi thải là nhân tố chủ yếu quyết định đối với sự ổn định của khối đất (nền, đất thải) và an toàn của bãi thải.

2.2.4. Ảnh hưởng của các thông số bãi thải

2.2.4.1. Ảnh hưởng của chiều cao tầng thải và bãi thải

Chiều cao của tầng thải (khi bãi thải 1 tầng) và bãi thải H_t có thể ảnh hưởng đến hệ số ổn định bãi thải FoS. Đối với một độ cao nhất định, lực dính kết lớn thì hệ số ổn định lớn. Khi lực dính kết lớn như $C = 25$ kPa, FoS tại bãi thải 11 giảm từ 2,1 xuống 1,5 khi chiều cao của bãi thải tăng từ 20 m đến 120 m.

2.2.4.2. Ảnh hưởng của góc dốc bãi thải tới ổn định bãi thải

Ảnh hưởng của góc dốc bãi thải (α) đến hệ số an toàn FoS đã được khảo sát với bãi thải S1 có một tầng ($H_t = 20$ m), bãi thải S11 hai tầng, mỗi tầng có chiều cao $H_t = 20$ m với lực dính kết khác nhau ($C = 1, 5, 10$ và 25 kPa); góc dốc bãi thải thay đổi từ 26° đến 37° . Kết quả tính toán cho thấy: với mỗi loại đất đá khi cùng giá trị lực dính kết hệ số ổn định sẽ giảm khi tăng góc dốc bãi thải. Khi góc dốc bãi thải $\alpha = 30^\circ$, nếu tăng khi lực dính kết C từ 1 kPa đến 25 kPa, FoS tăng từ 1,2 đến 2,2.

2.2.5. Ảnh hưởng số lực dính kết đến ổn định bãi thải

Lực dính kết đất đá (C) là một trong các thông số quan trọng ảnh hưởng tới độ ổn định của bãi thải. Để xem xét ảnh hưởng của lực dính kết đến ổn định bãi thải [52], NCS đã sử dụng phần mềm SIGMA/W và sau đó là SLOPE/W cho 4 trường hợp bãi thải S1, S11, S21 và S35 thông qua giá trị $c/\gamma H_t$.

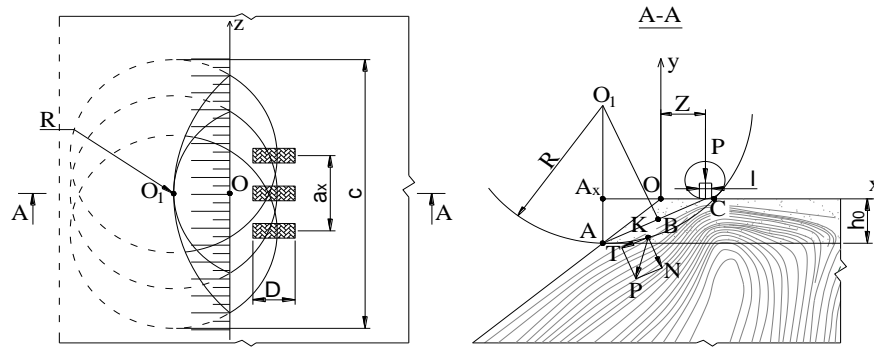
2.2.6. Ảnh hưởng của góc nội ma sát ϕ

Phần mềm SIGMA/W được sử dụng để phân tích ảnh hưởng của góc nội ma sát cố định và góc nội ma sát thay đổi trong bãi thải tới FoS. Kết quả cho thấy: FoS với ϕ không thay đổi lớn hơn khi thay đổi phần trăm giá trị giảm hệ số an toàn phụ thuộc vào độ sâu của mặt trượt. Đối với bề mặt trượt sâu hơn, sự giảm FoS này rõ ràng hơn.

2.2.7. Ảnh hưởng của phương tiện thiết bị đổ thải

Trên mặt tầng thải thường xuyên có sự di chuyển của các loại ô tô và máy gặt, do đó lớp đất đá nằm dưới mặt tầng thải sẽ được đầm nén dưới tác dụng trực tiếp của tự trọng và tải trọng

các thiết bị tham gia công tác đổ thải. Xét về mặt áp lực lên nền, các ô tô thường có trọng lượng từ 55÷170 tấn, lớn hơn từ 2÷8 lần trọng lượng các máy ủi. Vì vậy, ô tô là phương tiện đóng vai trò chủ đạo tạo ra lớp lu lèn có chiều dày h_0 (Hình 2.2).



Hình 2.2. Sơ đồ xác định chiều dày lớp lu lèn dưới tác dụng của tải trọng ô tô

2.3. NGHIÊN CỨU CÁC TÍNH CHẤT ĐẤT ĐÁ THẢI TẠI CÁC BÃI THẢI VÙNG CẨM PHẢ - QUẢNG NINH

2.3.1. Nghiên cứu sự phân bố kích thước cỡ hạt theo chiều cao tầng

Với công nghệ đổ thải theo chu vi, khi ô tô rớt tải từ mép tầng, các hạt đất đá có kích thước khác nhau sẽ tốc độ rơi khác nhau trên sườn tầng thải. Dưới tác dụng của trọng lực, đất đá sẽ trượt và lăn trên sườn tầng thải. Trong quá trình chuyển động, lực ma sát giữa đất đá với sườn tầng thải sẽ xuất hiện và làm cản trở quá trình chuyển động của đất đá. Do sự phân bố thành phần cỡ hạt không đồng đều trên tầng thải, dẫn đến các chỉ tiêu cơ lý đất đá như khối lượng thể tích, hệ số nở rời, lực dính kết, kích thước lỗ hổng, ổn định,... tại mỗi độ cao khác nhau của chiều cao tầng sẽ có giá trị khác nhau. Đây là cơ sở cho việc đề xuất các thông số bãi thải.

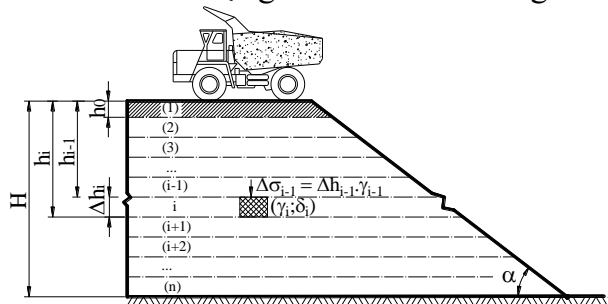
2.3.2. Nghiên cứu sự thay đổi lực dính kết đất đá theo chiều cao tầng thải

Lực dính kết đất đá (C) là một trong các thông số quan trọng ảnh hưởng tới độ ổn định của bãi thải. Cũng tương tự như khối lượng thể tích đất đá, lực dính kết tại các vị trí khác nhau của tầng thải cũng có giá trị khác nhau. Lực dính kết phụ thuộc vào loại đất đá, kích thước cỡ hạt và lượng nước trong tầng thải. Căn cứ vào kết quả khảo sát tại các bãi thải của TKV cho thấy: trong điều kiện các bãi thải bị bão hòa nước, lực dính kết giảm từ 10÷15%.

2.3.3. Nghiên cứu sự thay đổi khối lượng thể tích đất đá vào chiều cao tầng thải

Với mỗi thành phần cỡ hạt đất đá chứa đựng quy luật sắp xếp giữa các hạt đất đá, kích thước lỗ hổng và mật độ phân bố. Do đó, theo độ cao của tầng thải đất đá có hệ số nở rời và khối lượng thể tích đất đá sẽ khác nhau (Hình 2.3).

Khi có mặt của nước, đất đá bị bão hòa làm khối lượng thể tích tăng lên. Theo kết quả thí nghiệm tại hiện trường các bãi thải của các mỏ than lộ thiên do Viện KHCN Mỏ - Vinacomin thực hiện trong khoảng thời gian từ tháng 11÷12/2015 cho thấy: ở trạng thái bão hòa nước khối lượng thể tích đất đá tăng từ 5÷10%.



Hình 2.3. Sơ đồ xác định khối lượng thể tích của các lớp đất đá tại các vị trí khác nhau trong tầng thải; (1), (2), (3)...I - các lớp đất đá thải

2.3.4. Nghiên cứu tổng hợp tính chất đất đá tại các bãi thải vùng Cẩm phả

2.3.4.1. Thí nghiệm xác định tính chất đất đá thải

Các mẫu đất đá được lấy trên bề mặt tầng thải tại các vị trí trên các bãi thải. Các mẫu thí nghiệm đào thủ công có kích thước trung bình (dài \times rộng \times sâu) = 1m \times 1m \times 1m. Mẫu có kích thước (dài \times rộng \times sâu) = 3m \times 3m \times 3m được thi công bằng cơ giới. Các tính chất đất đá tại bãi thải được xác định bằng thí nghiệm tại hiện trường và trong phòng bao gồm: khối lượng thể tích, góc nội ma sát, lực dính kết theo các trạng thái mẫu tự nhiên và bão hòa.

2.3.4.2. Nghiên cứu các tính chất đất đá thải bằng phương pháp tính ngược

Phương pháp phân tích ngược dựa trên khái niệm thử và sai tập trung vào hình dạng sai hỏng và nó được tiến hành bằng cách thay đổi lực dính và góc ma sát cho đến khi hệ số an toàn nhỏ hơn 1,0 [71].

Đối với các bãi thải đất đá tại vùng Cẩm Phả, có thể sử dụng phương pháp phân tích ngược từ các biến dạng đã xảy ra và các thông số bãi thải: góc dốc sườn tầng, kích thước hình học để xác định các thông số c , φ .

Kết quả tính toán cho thấy: tại các bãi thải khu vực Cẩm Phả, khi C thay đổi từ 6÷10 t/m²; φ thay đổi từ 19÷28°; khối lượng thể tích thay đổi từ 2,0÷2,4 t/m³.

2.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

Các bãi thải đất đá của các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả thuộc vùng nhiệt đới, nóng ẩm mưa nhiều, một năm được chia thành hai mùa rõ rệt. Mùa mưa kéo dài từ tháng 4 tới tháng 10 với lượng mưa lớn nhất trong 1 trận năm 2015 là 1.411 mm và trong 5 tháng mùa mưa năm 2015 là 2.916 mm. Mùa khô kéo dài từ tháng 11 năm trước tới tháng 3 năm sau.

Đất đá tại các bãi thải khu vực Cẩm Phả thuộc dạng không bão hòa. Mưa mùa nhiệt đới tạo thành các dòng chảy xâm nhập vào bãi thải làm các chỉ tiêu: dung trọng tăng lên, lực dính kết và góc nội ma sát giảm, áp lực nước lỗ rỗng tăng gây ứng suất cắt tăng.

Các yếu tố ảnh hưởng đến công tác đổ thải bao gồm: tính chất cơ lý đất đá thải, điều kiện địa chất thủy văn (lượng mưa, lượng nước ngầm); các thông số bãi thải (chiều cao, chiều rộng mặt tầng thải, góc dốc sườn tầng,...), công nghệ thiết bị đổ thải; điều kiện địa chấn.

Theo chiều cao bãi thải tính từ mặt tầng trở xuống các hạt nhỏ phân bố gần bề mặt, giữa là các hạt lớn, các cục đá tảng phân bố phía chân bãi thải. Hệ số nở rời đất đá trong tầng thải tăng dần từ bề mặt xuống chân bãi thải. Khi đất đá bão hòa nước, dung trọng đất đá tăng lên, lực dính kết và góc nội ma sát giảm. Khi toàn bộ đất đá trong bãi thải bão hòa nước, bãi thải ở trạng thái nguy hiểm nhất.

Phương pháp tính ngược tìm các thông số c , φ đặc trưng cho toàn bộ bãi thải có giá trị gần với thực tế hơn so với phương pháp thí nghiệm trên bề mặt. Giá trị c , φ tìm được đủ cơ sở để tính toán ổn định bãi thải.

CHƯƠNG 3

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ ĐỔ THẢI ĐẤT ĐÁ HỢP LÝ ĐẢM BẢO ĐỘ ỔN ĐỊNH BÃI TRONG ĐIỀU KIỆN MƯA MÙA NHIỆT ĐỚI CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN VÙNG CẨM PHẢ - QUẢNG NINH

3.1. PHÂN LOẠI CÁC BÃI THẢI

Tùy thuộc các thông số: độ cao bãi thải, dung tích bãi thải, góc dốc bãi thải, độ dốc nền bãi thải, bề mặt nền bãi thải, khả năng chịu lực của nền bãi thải, chất lượng vật liệu đổ thải, phương pháp xây dựng bãi thải, tốc độ đổ, khả năng địa chấn, có thể sử dụng hệ thống phân loại độ ổn định bãi thải (Bảng 3.1).

Bảng 3.1. Phân loại bãi thải theo điều kiện ổn định

Tổng số điểm đánh giá	Phân loại ổn định	Nguy cơ trượt lở	Mức độ khảo sát, thiết kế và xây dựng
< 300	I	Gần như không đáng kể	Có khảo sát khu vực đổ thải; thử nghiệm tối thiểu trong phòng thí nghiệm; thường xuyên kiểm tra độ ổn định, có thể sử dụng biểu đồ
300÷600	II	Thấp	Khảo sát khu vực kỹ lưỡng, có các hố thử nghiệm, có thể cần lấy mẫu; việc kiểm tra chỉ số trong phòng thí nghiệm bị hạn chế; độ ổn định có thể hoặc không thể ảnh hưởng đến thiết kế, yêu cầu phân tích độ ổn định cơ bản; giám sát bằng trực quan và dụng cụ đều đặn.
600÷1200	III	Trung bình	Khảo sát khu vực chi tiết, theo từng giai đoạn; yêu cầu các hố thử nghiệm, có thể cần khoan hoặc tiến hành các cuộc điều tra nền bãi thải; Có thể yêu cầu lấy mẫu nguyên dạng; kiểm tra chi tiết trong phòng thí nghiệm, bao gồm chỉ số các tính chất, độ bền cắt và thử nghiệm độ bền có thể được yêu cầu; sự ổn định ảnh hưởng thiết kế và có thể kiểm soát thiết kế; yêu cầu phân tích độ ổn định chi tiết, có thể bao gồm cả các nghiên cứu tham số;
> 1200		Cao	Điều tra chi tiết, theo từng giai đoạn; yêu cầu có các hố thử nghiệm, và có thể cần khoan; có thể cần đến khoan và các cuộc khảo sát nền bãi thải; có thể cần lấy mẫu nguyên dạng; kiểm tra chi tiết trong phòng thí nghiệm, bao gồm các chỉ số: độ bền cắt và kiểm tra độ bền có thể được yêu cầu; phân tích độ ổn định chi tiết, có thể bao gồm các nghiên cứu tham số và đánh giá đầy đủ các lựa chọn thay thế có thể được yêu cầu; Báo cáo thiết kế chi tiết giai đoạn II có thể cần để phê duyệt / cho phép; giám sát thiết bị chi tiết cần thiết để xác nhận thiết kế.

3.2. XÂY DỰNG TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ ỔN ĐỊNH BÃI THẢI

3.2.1. Lịch sử phát triển của các tiêu chí chấp nhận độ ổn định

Trong số các tổ chức đầu tiên đề xuất các tiêu chí chấp nhận độ ổn định tối thiểu cho các bãi thải đá là Cơ quan Thực thi và An toàn Bom mìn Hoa Kỳ (MESA) [54].

Trong Sổ tay hướng dẫn về độ dốc mở lộ thiên năm 1977, Trung tâm Khai thác và Luyện kim Canada (CANMET) đã đề xuất các hướng dẫn FoS tối thiểu cho các công trình kè thải.

Các tiêu chí chấp nhận độ ổn định cho các bãi thải đá được Ủy ban Nghiên cứu bãi thải đá (BCMWRPRC) công bố vào năm 1991 trong Sổ tay Điều tra và Thiết kế - Hướng dẫn tạm thời [17].

3.2.2. Đề xuất các tiêu chí chấp nhận độ ổn định

- a. Chỉ số độ tin cậy (RI)
- b. Xác suất trượt lở (PoF)

3.2.2.1. Nguy cơ có thể xảy ra

Thấp; Trung bình; Cao.

3.2.2.2. Độ tin cậy

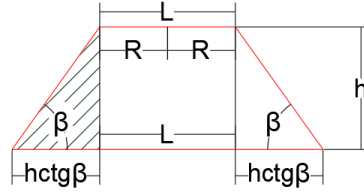
3.3. NGHIÊN CỨU CÁC THÔNG SỐ BÃI THẢI PHÙ HỢP CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN VÙNG CẨM PHẢ QUẢNG NINH

3.3.1. Lựa chọn hình dạng bãi thải ngoài chiếm dụng đất tối thiểu

Giả sử dung tích đất đá thải yêu cầu là V , chiều cao mỗi tầng thải là h , bề rộng mặt tầng thải là B , góc dốc sườn tầng thải là β . NCS tính toán các bãi thải có dạng hình vuông, chữ nhật, tròn, elip với số tầng thải là 1, 2 và 3 tầng thải để lựa chọn hình dạng bãi thải có diện tích chiếm đất nhỏ nhất.

3.3.1.1. Bãi chứa một tầng thải

Hãy xem xét bãi thải một tầng với các thông số trên hình (Hình 3.1).



Hình 3.1. Sơ đồ mặt cắt bãi thải một tầng

Rõ ràng dung tích V yêu cầu của bãi thải hình hình vuông và hình chữ nhật được xác định bằng công thức:

$$V = hS_m + C_m \frac{1}{2} h^2 ctg\beta + \frac{\pi}{3} h^3 ctg^2\beta, m^3 \quad (3.1)$$

Đối với bãi thải hình tròn và elip:

$$V = hS_m + C_m \frac{1}{2} h^2 ctg\beta, m^3 \quad (3.2)$$

- Đối với bãi thải có dạng hình vuông và hình chữ nhật, S_m và C_m xác định theo các công thức 3.3 và 3.4:

$$S_m = kL^2, m^2 \quad (3.3)$$

$$C_m = 2L(1+k), m \quad (3.4)$$

- Đối với bãi thải có dạng hình tròn và hình elip, S_m và C_m xác định theo các công thức 3.5 và 3.6 :

$$S_m = \pi kR^2, m^2 \quad (3.5)$$

$$C_m = 2\pi \sqrt{\frac{R^2 + R^2}{2}} = 2\pi R \sqrt{\frac{1+k^2}{2}}, m \quad (3.6)$$

Từ đó công thức (3.1) của bãi thải hình vuông, chữ nhật viết như sau:

$$V = hkL^2 + (1+k) (h^2 ctg\beta)L + \frac{\pi}{3} h^3 ctg^2\beta, m^3 \quad (3.7)$$

$$\text{Hay } hkL^2 + (1+k) (h^2 ctg\beta)L + \frac{\pi}{3} h^3 ctg^2\beta - V = 0 \quad (3.8)$$

- Đối với bãi thải có dạng hình tròn và elip:

$$V = \pi khR^2 + \pi R \sqrt{\frac{1+k^2}{2}} h^2 ctg\beta \quad (3.9)$$

$$\text{Hay } \pi khR^2 + \pi R \sqrt{\frac{1+k^2}{2}} h^2 ctg\beta - V = 0 \quad (3.10)$$

Giải các phương trình bậc hai (3.8 và 3.10) với ẩn số là L, R ta có:

Đối với bãi thải hình vuông, chữ nhật:

$$L_c = \frac{\left(-(1+k)h^2 ctg\beta + \sqrt{((1+k)h^2 ctg\beta)^2 - 4kh\left(\frac{\pi}{3}h^3 ctg^2\beta - V\right)} \right)}{2hk}, m \quad (3.11)$$

Đối với bãi thải có dạng hình tròn, elip

$$R_e = \frac{\left(-(\pi h^2 ctg\beta) \sqrt{0,5(1+k^2)} + \sqrt{(\pi h^2 ctg\beta)^2 0,5(1+k^2) + 4\pi khV} \right)}{2\pi kh}, m \quad (3.12)$$

Từ đó, với bãi thải hình tròn, elip bán kính (bán trục) đáy tính theo công thức:

$$R_{de} = \frac{(-(\pi h^2 ctg\beta)\sqrt{0,5(1+k^2)} + \sqrt{(\pi h^2 ctg\beta)^2 0,5(1+k^2) + 4\pi khV})}{2\pi kh} + hctg\alpha, m \quad (3.13)$$

Diện tích chiếm đất của bãi thải hình vuông và chữ nhật tính theo công thức :

$$S_{dc} = kL_c^2 + 2hL_c(1+k)ctg\beta + \pi(hctg\beta)^2, m^2 \quad (3.14)$$

(L_c tính theo 3.11)

Diện tích chiếm đất của bãi thải hình tròn và elip tính theo công thức:

$$S_{de} = \pi k \left(\frac{(-(\pi h^2 ctg\beta)\sqrt{0,5(1+k^2)} + \sqrt{(\pi h^2 ctg\beta)^2 0,5(1+k^2) + 4\pi khV})}{2\pi kh} \right)^2, m^2 \quad (3.15)$$

3.3.1.2. Bãi chứa hai tầng thải

Hãy xem xét bãi thải hai tầng với các thông số trên Hình 3.2.

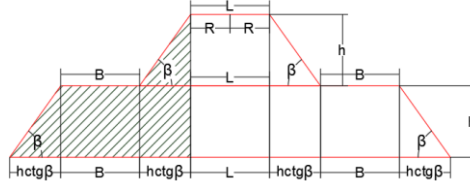
Dung tích V yêu cầu bãi thải hình vuông, chữ nhật xác định bằng công thức:

$$V = 2hS_m + C_m(2h^2 ctg\beta + Bh) + \frac{\pi}{3} h^3 ctg^2\beta + \pi h(B + hctg\beta)^2 + \pi h^2(B + hctg\beta) ctg\beta, m^3 \quad (3.16)$$

Dung tích V yêu cầu hình tròn và elip được xác định bằng công thức:

$$V = 2hS_m + C_m(2h^2 ctg\beta + Bh), m^3 \quad (3.17)$$

Trong đó : S_m, C_m là diện tích và chu vi mặt tầng thải trên cùng.



Hình 3.2. Sơ đồ mặt cắt bãi thải hai tầng

Công thức (3.16) đối với bãi thải có dạng hình vuông, chữ nhật viết như sau:

$$2hS_m + C_m(2h^2 ctg\alpha + Bh) + \pi h \left[\frac{1}{3} h^2 ctg^2\alpha + (B + hctg\alpha)^2 + h(B + hctg\alpha) ctg\alpha \right] - V = 0 \quad (3.18)$$

Hay

$$2hkL^2 + 2(1+k)h(2hctg\beta + B)L + \pi h \left[\frac{1}{3} h^2 ctg^2\beta + (B + hctg\beta)^2 + h(B + hctg\beta) ctg\beta \right] - V = 0 \quad (3.19)$$

- Đối với bãi thải có dạng hình tròn, elip :

$$V = 2\pi khR^2 + 2\pi R \sqrt{\frac{1+k^2}{2}} (2h^2 ctg\beta + Bh), m^3 \quad (3.20)$$

$$\text{Hay : } 2\pi khR^2 + 2\pi R \sqrt{\frac{1+k^2}{2}} (2h^2 ctg\beta + Bh) - V = 0 \quad (3.21)$$

Giải phương trình bậc hai (3.19) và (3.21) với ẩn số L, R ta có:

$$L_c = \frac{-2(1+k)h(2hctg\beta + B) + \sqrt{(2(1+k)h(2hctg\beta + B))^2 - 8kh(\pi h \left[\frac{1}{3} h^2 ctg^2\alpha + (B + hctg\beta)^2 + h(B + hctg\beta) ctg\beta \right] - V)}}{4kh}, m \quad (3.22)$$

$$R_e = \frac{-\left(2\pi \sqrt{\frac{1+k^2}{2}} (2h^2 ctg\beta + Bh)\right) + \sqrt{4\pi^2 \frac{1+k^2}{2} (2h^2 ctg\beta + Bh)^2 + 8kh\pi V}}{4kh\pi}, m \quad (3.23)$$

- Đối với bãi thải hình tròn và elip hai tầng chiều dài các cạnh đáy tính theo công thức:

$$R_{de} = \frac{-\left(2\pi \sqrt{\frac{1+k^2}{2}} (2h^2 ctg\beta + Bh)\right) + \sqrt{4\pi^2 \frac{1+k^2}{2} (2h^2 ctg\beta + Bh)^2 + 8kh\pi V}}{4kh\pi} + (2hctg\beta + B), m \quad (3.24)$$

Diện tích đáy bãi thải hình vuông, chữ nhật hai tầng tính theo công thức:

$$S_{dc} = kL^2 c + 2Lc(k + 1)(B + 2hctg\beta) + \pi(B + 2hctg\beta)^2, m^2 \quad (3.25)$$

Diện tích đáy bãi thải hình tròn, elip hai tầng tính theo công thức :

$$Sde = \pi k \left(\frac{-\left(2\pi\sqrt{\frac{1+k^2}{2}}(2h^2ctg\beta+Bh)\right) + \sqrt{4\pi^2\frac{1+k^2}{2}(2h^2ctg\beta+Bh)^2+8kh\pi V}}{4kh\pi} + (2hctg\beta + B) \right)^2 \quad (3.26)$$

3.3.1.3. Bãi chứa ba tầng thải

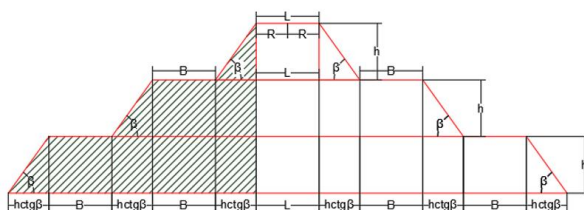
Hãy xem xét bãi thải ba tầng với các thông số trên Hình 3.6.

Dung tích V yêu cầu bãi thải hình vuông, chữ nhật được xác định bằng công thức:

$$V = 3hkL^2 + 2(1+k)(4,5h^2ctg\beta + 3Bh)L + \pi h \left[\frac{1}{3}h^2ctg^2\beta + 5(B+hctg\beta)^2 + 3h(B+hctg\beta)ctg\beta \right], m^3 \quad (3.27)$$

Hay:

$$3hkL^2 + 2(1+k)(4,5h^2ctg\beta + 3Bh)L + \pi h \left[\frac{1}{3}h^2ctg^2\beta + 5(B+hctg\beta)^2 + 3h(B+hctg\beta)ctg\beta \right] - V = 0 \quad (3.28)$$



Hình 3.3. Sơ đồ mặt cắt bãi thải ba tầng

Dung tích V yêu cầu bãi thải hình tròn, elip được xác định bằng công thức:

$$V = 3\pi khR^2 + 2\pi R \sqrt{\frac{1+k^2}{2}} (4,5h^2ctg\beta + 3Bh), m^3 \quad (3.29)$$

$$\text{Hay : } 3\pi khR^2 + 2\pi R \sqrt{\frac{1+k^2}{2}} (4,5h^2ctg\beta + 3Bh) - V = 0 \quad (3.30)$$

Giải các phương trình bậc hai (3.28) và (3.30) ẩn số L, R ta có :

$$Lc =$$

$$\frac{-\left(2(k+1)(4,5h^2ctg\beta+3Bh)\right) + \sqrt{4(k+1)^2(4,5h^2ctg\beta+3Bh)^2 - 12kh(\pi h \left[\frac{1}{3}h^2ctg^2\beta + 5(B+hctg\beta)^2 + 3h(B+hctg\beta)ctg\beta \right] - V)}}{6kh}, m \quad (3.31)$$

$$Re = \frac{-\left(2\pi\sqrt{\frac{1+k^2}{2}}(4,5h^2ctg\beta+3Bh)\right) + \sqrt{2\pi^2(1+k^2)(4,5h^2ctg\beta+3Bh)^2 + 12kh\pi V}}{6kh\pi}, m \quad (3.32)$$

- Đối với bãi thải hình tròn, elip ba tầng chiều dài các cạnh đáy tính theo công thức:

$$Rde = \frac{-\left(2\pi\sqrt{\frac{1+k^2}{2}}(4,5h^2ctg\beta+3Bh)\right) + \sqrt{2\pi^2(1+k^2)(4,5h^2ctg\beta+3Bh)^2 + 12kh\pi V}}{6kh\pi} + (3hctg\beta + 2B), m \quad (3.33)$$

Diện tích đáy bãi thải hình vuông, chữ nhật ba tầng tính theo công thức:

$$Sdc = kL^2c + 2Lc(k+1)(2B + 3hctg\beta) + \pi(2B + 3hctg\beta)^2, m^2 \quad (3.34)$$

Diện tích đáy bãi thải hình tròn, elip ba tầng tính theo công thức :

$$Sde = \pi k \left(\frac{-\left(2\pi\sqrt{\frac{1+k^2}{2}}(4,5h^2ctg\beta+3Bh)\right) + \sqrt{2\pi^2(1+k^2)(4,5h^2ctg\beta+3Bh)^2 + 12kh\pi V}}{6kh\pi} + (3hctg\beta + 2B) \right)^2, m^2 \quad (3.35)$$

Kết quả tính toán cho thấy: với cùng dung tích V yêu cầu, chiều cao bãi thải H, bề rộng

mặt tầng thải B, chiều cao tầng h tại các bãi thải khác nhau thì bãi thải có H và h lớn diện tích chiếm đất Sd nhỏ. Khi V yêu cầu lớn Sd lớn. Bãi thải hình vuông có diện tích chiếm đất lớn nhất. Diện tích chiếm đất nhỏ nhất là bãi thải dạng elip với tỷ lệ bán trục (bé/lớn) $k \rightarrow 0,5$.

3.3.2. Nghiên cứu lựa chọn các thông số bãi thải cho các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả

3.3.2.1. Nghiên cứu lựa chọn chiều cao tầng thải hợp lý
Chiều cao tầng thải là thông số bãi thải quan trọng ảnh hưởng tới dung tích, độ ổn định của bãi thải. Chiều cao tầng thải liên quan đến quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đất đá trong tầng thải. Chiều cao tầng thải tỉ lệ thuận với thế năng ($E_t = m.g.H$) của đất đá khi đổ thải, ảnh hưởng đến tốc độ rơi và sự xấp sếp của các thành phần đất đá có kích thước khác nhau trên sườn tầng thải.

Chiều cao tầng thải hợp lý H_{hl} (hoặc bãi thải một tầng) được lựa chọn theo nguyên tắc: đảm bảo ổn định (FoS) bãi thải trong yêu cầu trong mùa mưa và tổng chi phí tạo bãi thải (ô tô + máy ủi) (C_t) nhỏ nhất.

$FoS = f(H)$ với $FoS > 1,3$; $H_{hl} = \min$; $C_t = f(H) \rightarrow \min$

a) Nghiên cứu lựa chọn chiều cao tầng thải theo tính chất cơ lý đất đá

a1) Khi đất đá ở trạng thái tự nhiên đồng nhất

a2) Với đất đá đồng nhất thải bão hòa nước

a3) Khi đất đá thay đổi các tính chất

b) Nghiên cứu lựa chọn chiều cao tầng thải theo chi phí vận tải và san gạt nhỏ nhất

b.1) Chi phí vận tải

b.2) Chi phí gạt bãi thải

3.3.2.2. Nghiên cứu lựa chọn góc dốc tầng thải phù hợp

3.3.2.3. Nghiên cứu lựa chọn bề rộng mặt tầng thải hợp lý

3.3.2.4. Lựa chọn chiều cao bãi thải

3.3.2.5. Lựa chọn góc dốc bãi thải phù hợp

3.3.2.6. Phân tích độ nhạy hệ số ổn định bãi thải theo thông số đầu vào

3.4. ĐỀ XUẤT CÔNG NGHỆ ĐỔ THẢI ĐẤT ĐÁ HỢP LÝ ĐẢM BẢO ĐỘ ỔN ĐỊNH BÃI TRONG ĐIỀU KIỆN MƯA MÙA NHIỆT ĐỐI CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN VÙNG CẨM PHẢ - QUẢNG NINH

3.4.1. Xây dựng nguyên tắc công nghệ đổ thải đảm bảo độ ổn định bãi trong điều kiện mưa mùa nhiệt đới

Mưa mùa nhiệt đới ảnh hưởng trực tiếp tới bãi thải qua việc lượng nước mưa xâm nhập vào bãi thải gây áp lực lỗ rỗng, làm lực dính kết, góc nội ma sát giảm, dung trọng đất đá tăng lên. Mặt khác các trận mưa lớn gây khó khăn cho các thiết bị hoạt động trên bãi thải. Với yêu cầu bãi thải cụ thể, hệ số ổn định đã được chấp thuận, các thông số: chiều cao tầng thải, bề rộng đai an toàn, góc dốc sườn tầng thải, bãi thải cũng được xác định rõ ràng. Từ đó khi lựa chọn công nghệ, thiết bị đổ thải cần theo nguyên tắc sau:

- Đảm bảo các thông số bãi thải đã lựa chọn;
- Đảm bảo khối lượng đổ thải yêu cầu ($m^3/ngày$, $m^3/tháng$, $m^3/năm$);
- Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị; diện tích chiếm đất nhỏ nhất, ít ảnh hưởng đến các công trình dân sinh, công nghiệp và môi trường xung quanh khu vực;
- Đảm bảo thuận lợi cho công tác cải tạo phục hồi môi trường các bãi thải;
- Ổn định trong điều kiện biến đổi khí hậu (mưa lũ lớn bất thường, kéo dài);
- Đảm bảo chi phí và giá thành đổ thải là nhỏ nhất.

Các bãi thải đất đá vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh chủ yếu là bãi thải ngoài đống trên sườn núi bằng công nghệ ô tô + máy ủi. Hiện nay, mỏ than Cao Sơn sử dụng băng tải và máy ủi và mỏ Cọc Sáu đổ thải trong. Một cách khái quát, công nghệ đổ thải tại các bãi thải tại vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh hiện nay gồm:

- + Công nghệ sử dụng ô tô máy ủi;
- + Công nghệ sử dụng băng tải và máy ủi;
- + Công nghệ sử dụng ô tô và máy ủi đổ thải trong.

3.4.2. Công nghệ đổ thải bãi thải ngoài

3.4.2.1. Đối với các bãi thải xây dựng mới

Đặc thù bãi thải xây dựng trên sườn núi khi đổ thải đầu tầng, nghĩa là các ô tô vận tải đất đá di chuyển xuống dốc nên có thể đổ thải với chiều cao tầng thải tối đa nhưng vẫn đảm bảo hệ số ổn định bãi thải $FoS > 1,3$. Theo tính toán khi chiều cao $H = 90$ m hệ số ổn định $FoS > 1,0$ có thể chọn chiều cao 1 tầng thải tối đa $PE < 90$ m. Với mỗi loại ô tô, B_{min} có các giá trị khác nhau. Giả sử bãi thải được thiết kế có bề rộng mặt tầng kết thúc là B_t . Tùy thuộc giá trị của B_{min} , NCS đề xuất các sơ đồ đổ thải như sau:

a) Sơ đồ đổ thải theo khối lần lượt từ dưới lên

* Nếu $B_t > B_{min}$: Trình tự đổ thải theo khối lần lượt từ dưới lên được thể hiện trong Hình 3.4.

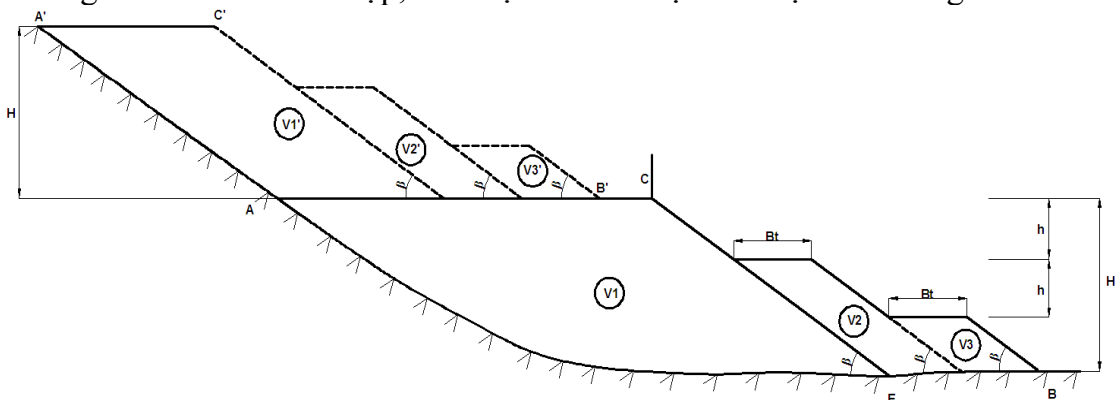
* Nếu $B_{min} > B_t$: Trình tự đổ thải theo khối lần lượt từ dưới lên được thể hiện trong Hình 3.5.

b) Sơ đồ đổ thải theo lớp từ dưới lên trên

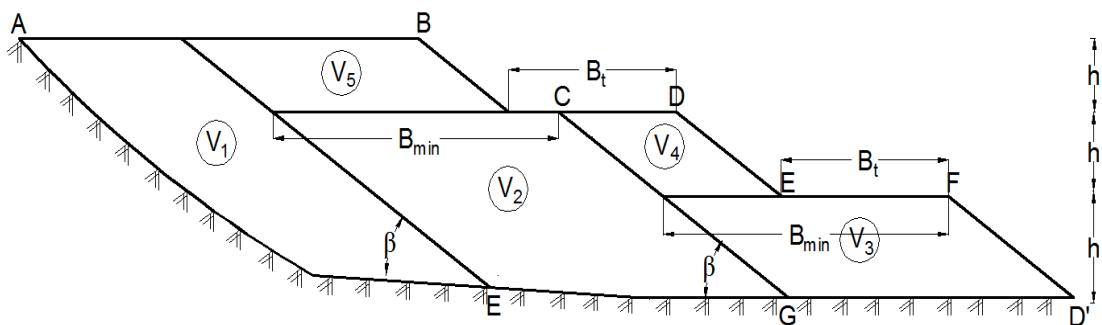
Đổ lần lượt từ tầng dưới cùng lên tầng trên cùng trong phạm vi chiều cao bãi thải H . Với chiều cao bằng chiều cao tầng thải h (Hình 3.6).

c) Sơ đồ đổ thải kết hợp

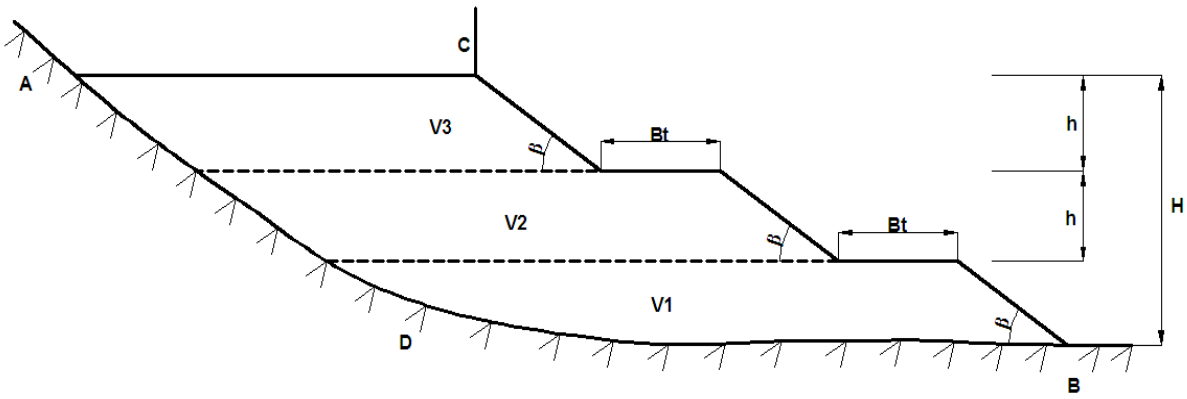
Trong sơ đồ đổ thải kết hợp, trình tự đổ thải được thể hiện như trong Hình 3.7.



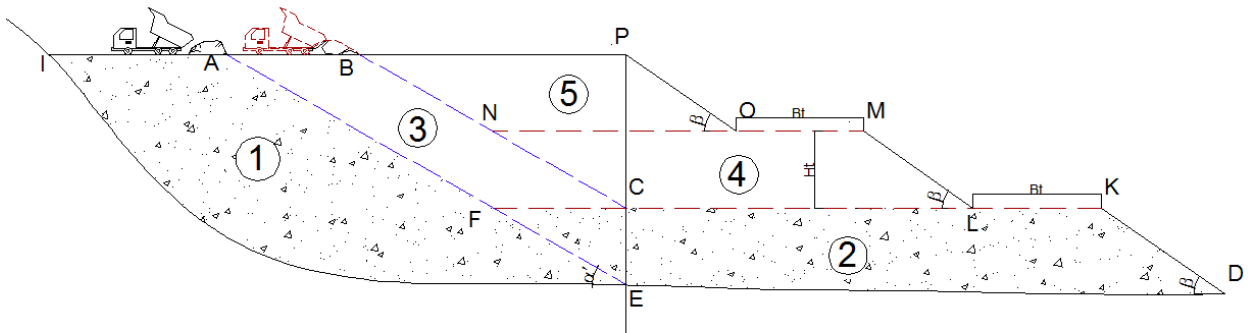
Hình 3.4. Trình tự đổ thải theo khối khi $B_{min} < B_t$



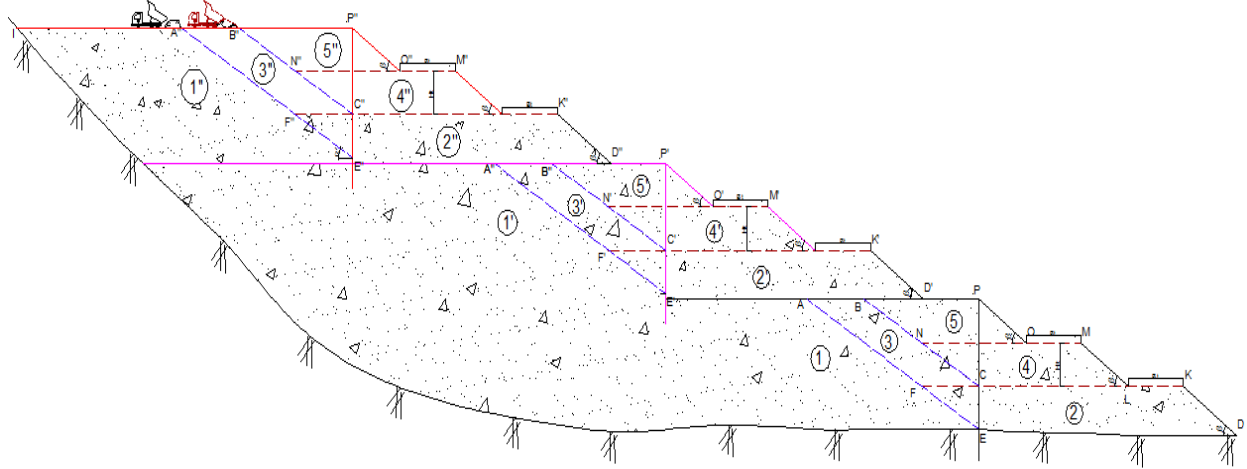
Hình 3.5. Trình tự đổ thải theo khối khi $B_{min} > B_t$



Hình 3.6. Trình tự đổ thải theo lớp



Hình 3.7. Trình tự đổ thải kết hợp giai đoạn 1



Hình 3.8. Trình tự đổ thải kết hợp các giai đoạn 2,3...

Phân tích các sơ đồ trình tự đổ thải đã xem xét, NCS đề xuất chọn sơ đồ đổ thải phối hợp áp dụng cho điều kiện các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả, với các thông số sau: chiều cao tầng bãi thải $h = 30$ m; góc dốc tầng thải kết thúc $\beta = 35^\circ$, bề rộng mặt tầng kết thúc $B = 50$ m, chiều cao bãi thải $H = 90$ m.

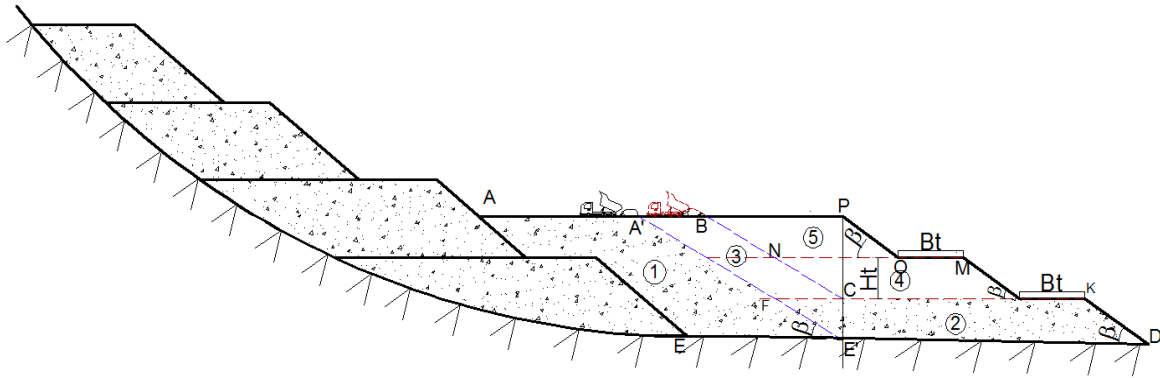
3.4.2.2. Đối với các bãi thải đang đổ thải

Tại các bãi thải đang đổ thải, tùy thuộc khoảng cách chân tầng thải dưới cùng và ranh giới kết thúc đổ thải (điểm D), có thể đổ thải theo trình tự sau:

a) Khi khoảng cách $ED > 2B_{tmax} + 3H_t \text{ctg}\beta$

- Giai đoạn 1: đổ tiếp tục tầng cao AE tới vị trí A'E' mà $E'D = 2B_{tmax} + 3H_t \text{ctg}\beta$ (Hình 3.9) sau đó đổ các khối 2, 3 4 và 5 tương tự phương án đổ thải kết hợp giai đoạn 1 của các bãi thải xây dựng mới.

- Giai đoạn 2 đổ các tầng trên cao tương tự giai đoạn 1. Trình tự đổ thải thể hiện trên Hình 3.9.



Hình 3.9. Sơ đồ đổ thải tại các bãi thải đang đổ thải

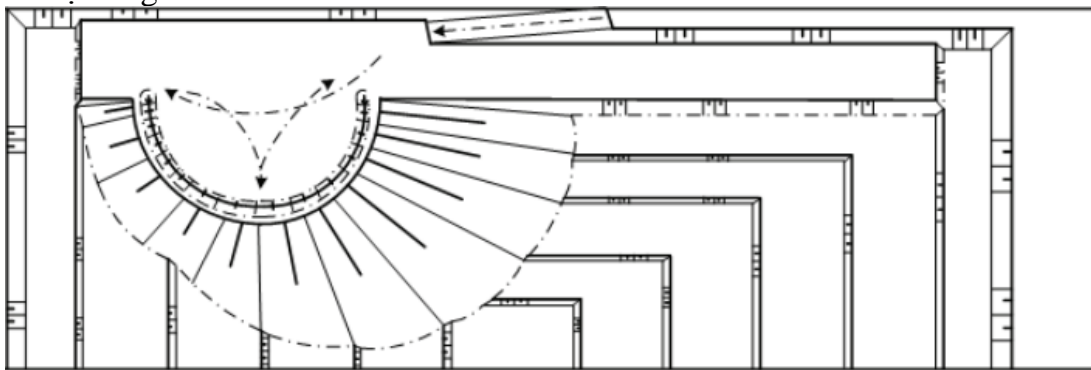
3.4.3. Công nghệ đổ thải trong

Đổ thải trong theo sơ đồ đổ thải đầu tầng đối với các khu vực không có đường lờ phía dưới để giảm chi phí đổ thải. Khi có các đường lờ phía dưới sẽ đổ thải theo lớp để giảm độ lổ rỗng, giảm áp lực đất đá, nước lên nóc lò.

3.4.3.1. Khi không có các đường lờ phía dưới

Khi không có các đường lờ phía dưới và xung quanh khu vực bãi thải trong, đổ thải đầu tầng với chiều cao tầng lớn (Hình 3.10).

Sơ đồ đổ thải trong Hình 3.10 có chi phí đổ thải nhỏ. Tuy nhiên với chiều cao tầng lớn cần thường xuyên quan trắc bề mặt bãi thải để có giải pháp đảm bảo cho ô tô và máy gạt làm việc trên mặt tầng thải.

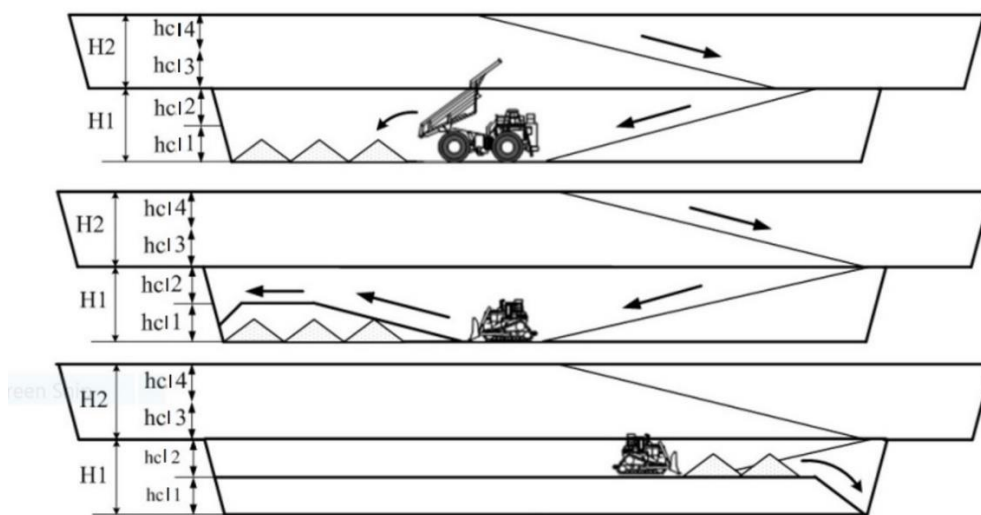


Hình 3.10. Sơ đồ đổ thải trong tại các khu vực không có đường lờ

3.4.3.2. Khi có các đường lờ phía dưới

Quá trình đổ thải được thực hiện theo từng lớp từ dưới lên trên và phải thực hiện tốt công tác lu lèn, đầm nén để đảm bảo độ chặt của đất đá thải $K \geq 0,85$. Từ đáy moong đến mức thoát nước tự chảy đổ thải theo lớp với chiều cao $h_{cl} = 5 \div 10$ m, trên mức thoát nước tự chảy đổ thải theo lớp với chiều cao mỗi lớp ≥ 10 m [4].

Để đảm bảo thoát nước tốt, mặt bãi thải phải có độ dốc $i \geq 2\%$, hướng dòng chảy mặt từ bãi thải ra hệ thống mương thoát nước tự chảy. Sơ đồ công nghệ đổ thải theo lớp khi có các đường lờ phía dưới được trình bày ở Hình 3.11.



Hình 3.11. Sơ đồ công nghệ đổ thải tầng thấp theo lớp khi có các đường lò phía dưới

3.4.4. Sơ đồ công nghệ đổ thải theo các thiết bị đổ thải

3.4.4.1. Công nghệ đổ thải kết hợp ô tô và máy ủi

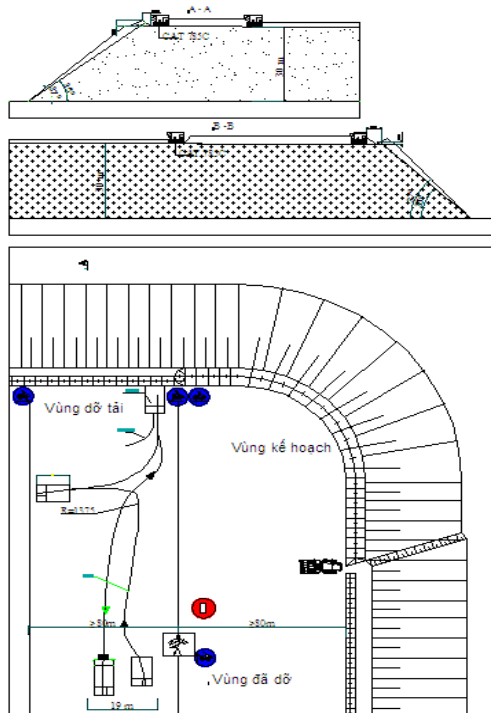
Công nghệ này được chia ra làm 2 phương pháp đổ thải, cụ thể như sau [4]:

a) Phương pháp đổ thải theo chu vi

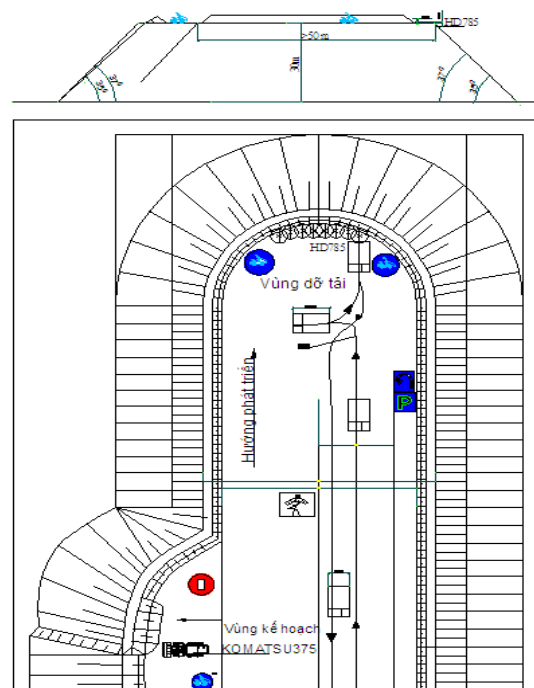
Khi thải theo phương pháp này, đất đá được dỡ trực tiếp xuống sườn tầng thải hay sườn dốc, sau đó dùng máy ủi đẩy phần đất đá còn lại trên mặt tầng xuống sườn bãi thải (Hình 3.12).

b) Phương pháp đổ thải theo diện tích (đổ thải theo bề mặt)

Khi thải theo bề mặt đất đá được dỡ toàn bộ trên bề mặt của bãi thải, sau đó tiến hành san bằng máy ủi. Khoảng cách san gạt đất đá trong trường hợp này tới 5÷15 m. Phương pháp này thường được áp dụng để thải đất đá mềm, kém ổn định hay tại các khu vực yêu cầu cao về mức độ lu lèn đất đá (Hình 3.13).



Hình 3.12. Sơ đồ công nghệ đổ thải theo chu vi



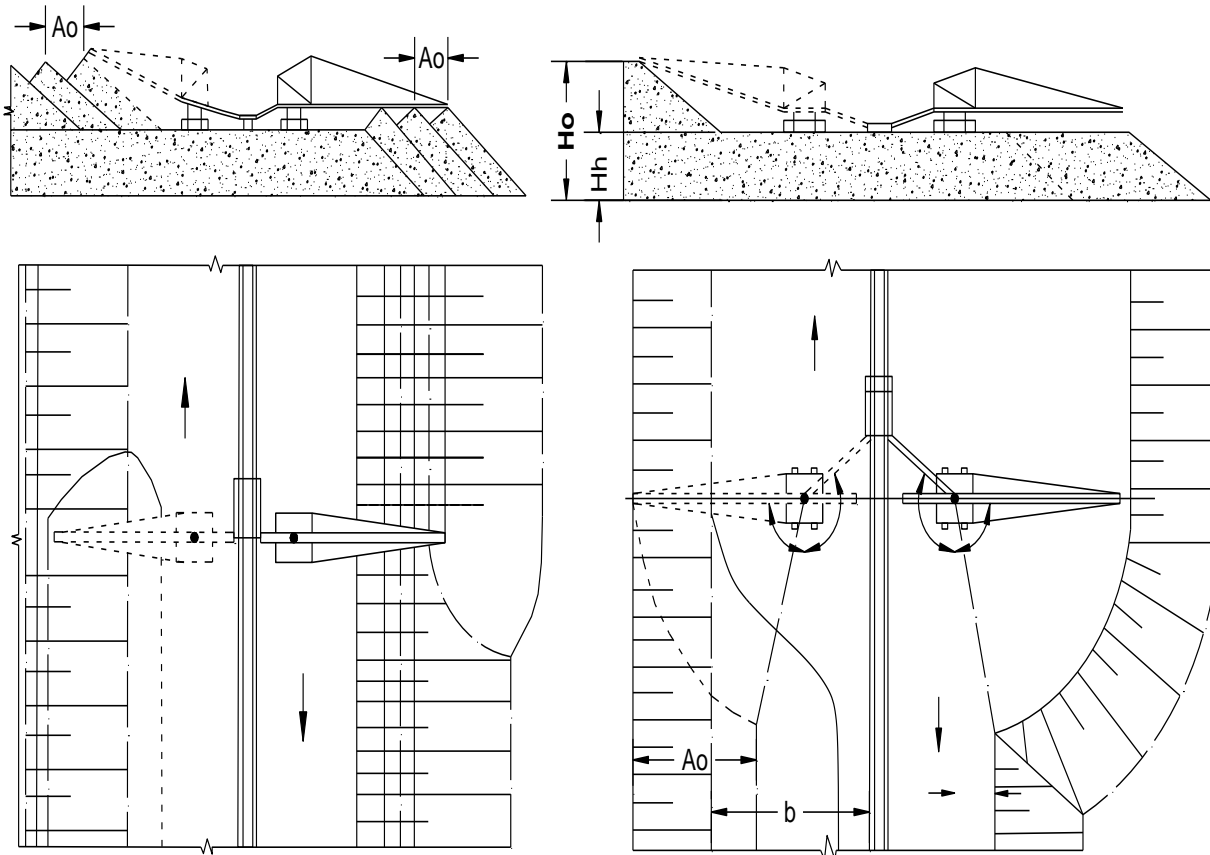
Hình 3.13. Sơ đồ công nghệ đổ thải kết hợp ô tô và máy ủi khi đổ thải theo diện tích (theo bề mặt)

3.4.4.2. Công nghệ thải đất đá khi vận tải bằng băng tải

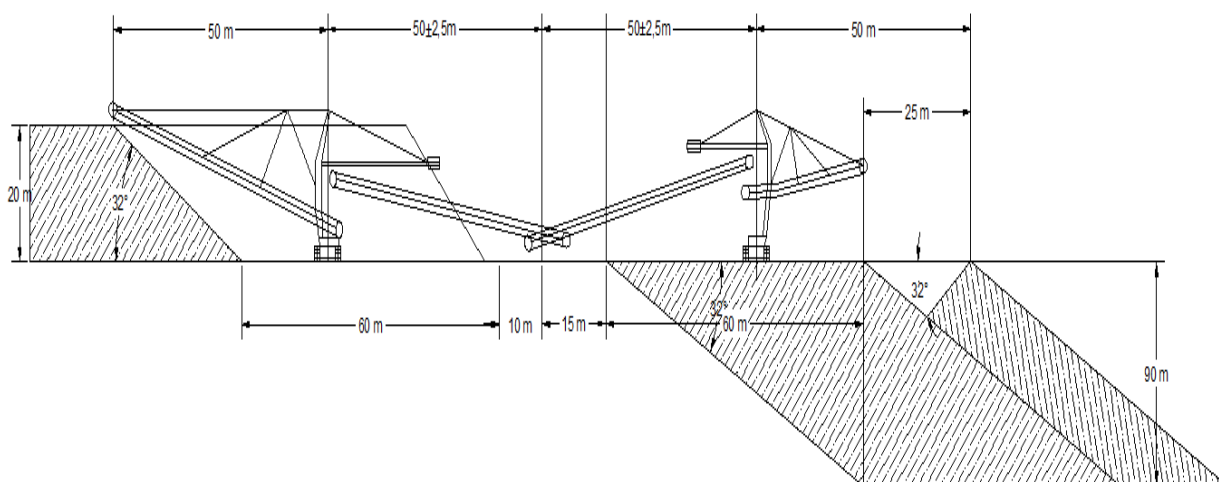
Khi vận tải bằng băng tải công tác thải đá phối hợp với máy thải đá kiểu công xôn. Bãi thải được đổ theo hình thức hai phân tầng vừa đỡ lên trên vừa đỡ xuống dưới hoặc có thể đổ thải 1 tầng từ dưới lên trên.

Trên bãi thải sử dụng máy ủi để tạo tuyến đường nối dài dần hệ thống băng tải cho từng giai đoạn đổ thải. Sơ đồ công nghệ đổ thải bằng băng tải (Hình 3.14).

Với điều kiện địa hình thực tế của các bãi thải vùng Cẩm Phả, sử dụng máy dỡ tải trên sườn tầng thải bằng máy dỡ tải có các thông số như Hình 3.15: $a = 25\text{ m}$; $H_t = 90\text{ m}$; $\beta = 30^\circ\text{--}32^\circ$; $L_{tb} = 434\text{ m}$. Khi diện tích tối thiểu tại một vị trí máy dỡ tải là 6000 m^2 thì khối lượng dỡ tải tại đó là $V = 740.149\text{ m}^3$.



Hình 3.14. Sơ đồ công nghệ đổ thải bằng băng tải



Hình 3.15. Sơ đồ dỡ tải tại sườn bãi thải

3.5. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Các bãi thải ngoài vùng Cẩm phả thuộc dạng đống thải trên nền cứng và nửa cứng, theo tiêu chí phân loại được xếp loại III có nguy cơ mất ổn định thấp tới trung bình. Thông số ổn định bãi thải xác định qua mô hình phân tử hữu hạn với hệ số chấp thuận ổn định $FoS = 1,3 \div 1,4$ với xác suất trượt lở $< 5 \div 10\%$; khi hệ số $FoS > 1,5$ thì xác suất trượt lở nhỏ hơn 5%.

Phân tích sự thay đổi diện tích của đáy của bãi chứa một tầng, hai tầng và ba tầng ở các giá trị không đổi về chiều cao và sức chứa của bãi chứa cho thấy giá trị của diện tích bị chiếm dụng tối thiểu ($S \rightarrow \min$) được thực hiện với điều kiện là bãi chứa được tạo thành dưới dạng một hình elip, với tỷ lệ tương ứng với độ dài của các bán trục ($C \rightarrow 0,5$),...

Chiều cao tầng thải phụ thuộc tính chất đất đá thải, hệ số ổn định bãi thải, mức độ bão hòa nước của đất đá thải, chi phí vận tải và gặt. Khi sử dụng ô tô có tải trọng $q = 36 \div 58$ tấn, chiều cao tầng thải lựa chọn thấp hơn 15 m; với ô tô 91 ÷ 96 tấn, chọn chiều cao tầng thải thấp hơn 30 m.

Bề rộng mặt tầng bảo vệ phụ thuộc chiều cao tầng thải, mức độ ổn định của bãi thải. Bề rộng đai bảo vệ đảm bảo chứa được khối lượng đất đá sạt lở tầng trên và khoảng an toàn.

Chiều cao bãi thải từ 120 ÷ 460 m; góc nghiêng sườn tầng thải từ 30 ÷ 35°; góc dốc bãi thải từ 14 ÷ 29°; hệ số ổn định khi ở trạng thái khô $n_k = 1,373 \div 1,794$, còn ở trạng thái bão hòa nước $n_{bh} = 1,311 \div 1,598$. Các bãi thải trên sườn núi đống tầng cao < 90 m phía trong và đống bao phía ngoài các tầng thải có chiều cao 30 m, góc dốc tầng thải 35°

Các bãi thải đang đống thải, tùy thuộc khoảng cách caahn tầng tới biên giới kết thúc đống thải, có thể đống tầng cao < 90 m phía trong và đống bao phía ngoài các tầng thải có chiều cao 30 m. Khi bề rộng chân tầng thải tới biên giới kết thúc nhỏ cần đống thải từ dưới lên trên với các tầng chiều cao 30 m, góc dốc tầng thải 35°. Sơ đồ công nghệ đống theo phương pháp chu vi đối với mùa khô và diện tích đối với mùa mưa.

Tại các bãi thải trong hoặc khu vực thung lũng có thể đống thải đầu tầng với chiều cao tối đa. Khi phía dưới có công trình hầm lò cần đống thải theo lớp với chiều cao lớp 5 ÷ 10 m theo trình tự từ dưới lên trên. Đối với các mỏ sử dụng liên hợp ô tô - băng tải để vận chuyển đất đá và đống thải chiều cao tầng thải khi sử dụng băng tải từ < 90 m. Kết thúc sẽ sử dụng ô tô + máy ủi đống xếp xung quanh tạo tầng có chiều cao 30 m.

CHƯƠNG 4 TÍNH TOÁN THỬ CHO MỎ THAN CAO SƠN VÙNG CẨM PHẢ - QUẢNG NINH

4.1. KHÁI QUÁT MỎ THAN CAO SƠN

Mỏ than Cao Sơn là một trong những mỏ than lộ thiên lớn nhất nước ta hiện nay, than có chất lượng tốt, tuy nhiên mỏ có hệ số bóc trung bình cao và cung độ vận tải đất đá khá dài. Trong những năm gần đây sản lượng than trung bình đạt 2,7 ÷ 3,25 triệu tấn/năm, tương ứng với sản lượng đất đá bóc 25,66 ÷ 33,37 triệu m³/năm.

4.1.1. Đặc điểm đất đá tự nhiên khu mỏ

4.1.2. Đặc điểm thời tiết khu vực mỏ

Khu vực mỏ than Cao Sơn thuộc vùng nhiệt đới, nóng ẩm mưa nhiều, một năm được chia thành hai mùa rõ rệt. mùa mưa kéo dài từ tháng 4 tới tháng 10 với lượng mưa lớn nhất trong 1 trận năm 2015 là 1.411 mm và trong 5 tháng mùa mưa năm 2015 là 2.916 mm. mùa khô kéo dài từ tháng 11 năm trước tới tháng 3 năm sau. nhiệt độ thay đổi theo mùa, mùa hè nhiệt độ lên đến 37 ÷ 38°C (tháng 7, 8 hằng năm), mùa đông nhiệt độ thấp thường từ 8 ÷ 15°C, đôi khi xuống 2 ÷ 3°C. Độ ẩm trung bình mùa khô 65 ÷ 80%, mùa mưa 81 ÷ 91%. những ngày

mưa lớn, không chỉ công tác vận tải mà cả công tác khoan nổ mìn, xúc bốc đều phải tạm ngừng hoạt động để phòng tránh tai nạn lao động rất dễ xảy ra trong thời gian này.

4.1.3. Công tác khai thác tại mỏ than Cao Sơn

Hiện tại, Công ty Than Cao Sơn đang khai thác 3 vỉa: 14-5, 14-2 và 13-1 phân bố tại 3 khu vực Tây Nam Cao Sơn, Đông Nam Cao Sơn và khu Trung tâm.

Công nghệ bóc đất đá được áp dụng là công nghệ khấu theo lớp đứng. Công nghệ đào sâu đáy mỏ là áp dụng đáy mỏ bậc thang có đáy moong nghiêng với việc sử dụng máy xúc thủy lực gầu ngược có dung tích gầu $E = 3,3 \div 4,7 \text{ m}^3$.

4.1.4. Công tác đổ thải tại mỏ than Cao Sơn

Đất đá mỏ than Cao Sơn hiện nay chủ yếu được đổ ra 2 bãi thải là bãi thải Nam Khe Tam và Bàng Nâu, trong đó bãi thải Bàng Nâu là chính. Theo thiết kế, bãi thải Bàng Nâu có chiều dài 2920 m, rộng 1955 m và cốt cao mặt bãi thải là +300 m.

Đất đá từ các tầng +290 m ÷ +395 m khu vực Nam Cao Sơn được đổ ra bãi thải Nam Khe Tam, còn lại được đổ ra Bãi thải Bàng Nâu bằng ô tô đơn thuần ở các mức +70 m, +120 m, +170 m và bằng hệ thống băng tải ở mức +290 m ÷ +300 m.

Bãi thải Bàng Nâu là bãi thải cao. Trước đây mỏ sử dụng ô tô đổ thải theo sườn núi. Nền bãi thải không bằng phẳng thoải theo hướng tiến của bãi thải, chân bãi thải trên mức thoát nước tự chảy; xung quanh bãi thải không có nguồn cung cấp nước. Hiện nay, khoảng 20 triệu m^3 đất đá đổ thải hàng năm tại bãi thải Bàng Nâu được thực hiện bằng hệ thống băng tải + cầu dỡ tải.

4.2. ĐỀ XUẤT CÔNG NGHỆ ĐỔ THẢI ĐẢM BẢO ỔN ĐỊNH BÃI THẢI BÀNG NÂU – MỎ THAN CAO SƠN

Để đề xuất công nghệ đổ thải hợp lý, cần thực hiện các bước sau:

- Kiểm tra ổn định theo hiện trạng của các bãi thải;
- Đề xuất các thông số bãi thải đảm bảo an toàn trong mưa mùa nhiệt đới;
- Xây dựng các giải pháp kỹ thuật đưa bãi thải về các thông số đề xuất.

4.2.1. Kiểm tra ổn định theo hiện trạng của các bãi thải

Kết quả tính toán bãi thải Bàng Nâu với các thông số đất đá tự nhiên và bão hòa được thể hiện ở các Hình 4.2 và 4.3. Từ các tính toán cho thấy: với hiện trạng đổ thải tầng cao, bãi thải Bàng Nâu ở trạng thái cân bằng giới hạn. Nếu đất đá bão hòa có thể xảy ra hiện tượng trượt lở. Các tính toán trên phù hợp với hiện trạng sụt lún tại khu vực đổ thải bằng hệ thống băng tải + máy dỡ tải tại bãi thải Bàng Nâu.

4.2.2. Đề xuất các thông số bãi thải đảm bảo an toàn trong mưa mùa nhiệt đới

Theo tiêu chí đánh giá bãi thải đã trình bày ở chương 3, hệ số ổn định bãi thải khi đổ thải $FoS > 1,3$. Chính vì vậy, cần lựa chọn các thông số bãi thải đảm bảo hệ số ổn định theo yêu cầu kể cả trong trường hợp bất lợi nhất; đó là khi đất đá trong mùa mưa với thời gian và cường độ mưa tương tự mùa mưa tháng 7/2015 và khi bão hòa nước. Từ đó, NCS đề xuất các thông số của bãi thải Bàng Nâu như sau: chiều cao tầng thải $h = 30 \text{ m}$; góc dốc sườn tầng thải $\alpha = 35^\circ$; bề rộng mặt tầng thải khi hoạt động $B = 30 \text{ m}$; khi kết thúc $B_T = 40 \text{ m}$; góc dốc bãi thải khi hoạt động $\alpha = 26 \div 27^\circ$; khi kết thúc $\alpha_T = 20 \div 22^\circ$.

4.2.2.1. Đánh giá ổn định bãi thải theo các thông số đề xuất

a. Đánh giá ổn định bãi thải ở trạng thái tự nhiên

Kết quả kiểm toán mô hình bãi thải Bàng Nâu bằng các phương pháp đề xuất cho thấy bãi thải Bàng Nâu ổn định với FoS từ $1,43 \div 1,44$.

b. Đánh giá ổn định bãi thải ở trạng thái bão hòa

Đánh giá ổn định bãi thải Bàng Nâu theo các thông số đề xuất khi đất đá ở trạng thái bão hòa bằng các phương pháp: phương pháp cân bằng giới hạn của Morgenstern-Price; phương pháp các phần tử hữu hạn (SSR); phương pháp các phần tử hữu hạn kết hợp với

phương pháp cân bằng giới hạn của Morgenstern.

c. Đánh giá ổn định bãi thải khi kể đến động đất

Kết quả tính toán cho thấy: Ở trạng thái tự nhiên, bãi thải ổn định với FoS >1,44. Khi mưa với cường độ 437 mm trong thời gian 24 giờ FoS giảm xuống 1%. Ở trạng thái bão hòa hoàn toàn, FoS giảm 10%. Khi kể đến động đất 6,5 độ richter, nếu ở trạng thái khô, FoS giảm xuống giá trị 1,27 tương đương mức giảm 11,2%; nếu bãi thải ở trạng thái bão hòa, FoS = 1,146 giảm gần 20% so với khi ở trạng thái tự nhiên. Như vậy, bãi thải này hoàn toàn ổn định.

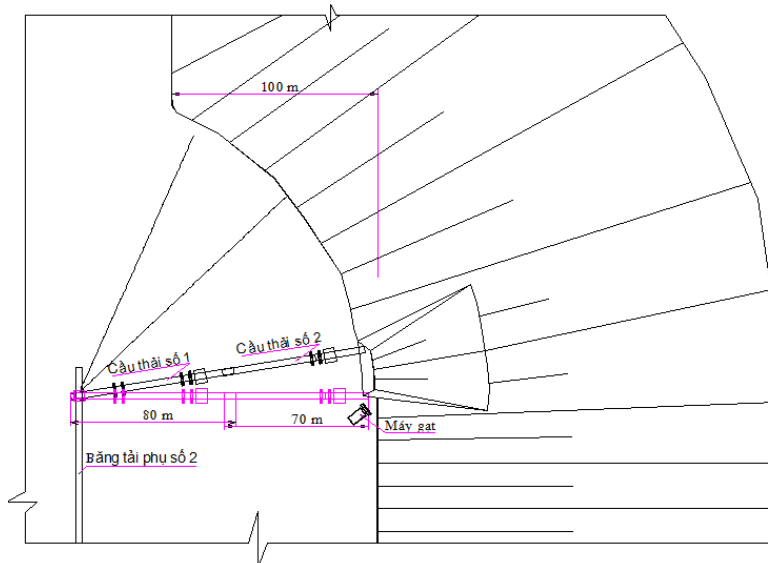
4.2.2.2. Đề xuất công nghệ đổ thải

Hệ thống băng tải đang đổ thải tại bãi thải Bàng Nâu từ mức +300 m xuống địa hình tự nhiên với chiều cao tầng thải rất lớn > 250 m; mức +300 m cũng là độ cao kết thúc theo thiết kế, cầu đỡ tải có chiều dài hạn chế nên để khắc phục một phần những khó khăn trên và phù hợp với thời tiết khí hậu đề xuất sử dụng 2 sơ đồ công nghệ đổ thải trong mùa khô và mùa mưa như sau:

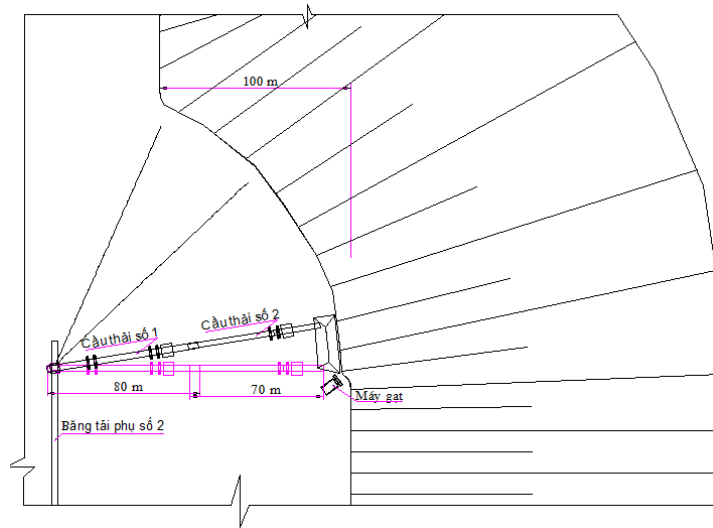
1. Mùa khô: sử dụng sơ đồ rót tải lên sườn bãi thải kết hợp với máy gạt và máy xúc để san gạt và xúc chuyển tạo mặt phẳng cao dần lên với độ dốc từ 7÷10% để bù lún, khi bãi thải ổn định có độ dốc từ 1÷2% (Hình 4.1).

2. Mùa mưa: sử dụng sơ đồ rót tải lên bề mặt bãi thải kết hợp với máy gạt và máy xúc để gạt và xúc chuyển đất đá xuống sườn bãi thải, và tạo mặt phẳng cao dần lên với độ dốc từ 7÷10% để bù lún, khi bãi thải ổn định có độ dốc từ 1÷2% (Hình 4.2).

Sau khi hệ thống băng tải đổ thải tới biên giới cuối cùng của bãi thải, tiến hành cải tạo sườn tầng thải thành các tầng có các thông số cơ bản như được trình bày theo các thông số thiết kế ở Bảng 4.1.



Hình 4.1. Sơ đồ rót tải trong mùa khô



Hình 4.2. Sơ đồ rút tải trong mùa mưa

Bảng 4.1. Các thông số của bãi thải Bàng Nâu khi kết thúc

TT	Các thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Cốt cao của mặt bãi thải	m	+300
2	Chiều cao tầng thải khi kết thúc H	m	30
3	Chiều rộng mặt tầng thải khi kết thúc B_{\min}	m	40
4	Độ dốc dọc của mặt bãi thải khi đang hoạt động	%	7÷10
5	Độ dốc dọc của mặt bãi thải khi kết thúc hướng về vị trí thoát nước	%	1÷2
6	Độ dốc ngang của mặt tầng thải hướng vào trong đối với khu vực đã cải tạo	%	1÷2
7	Góc dốc sườn tầng thải	độ	35
8	Góc dốc sườn bãi thải	độ	20÷24

4.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 4

Bãi thải Bàng Nâu là nơi đổ thải chính của mỏ than Cao Sơn. Tại đây đang sử dụng 2 công nghệ đổ thải: đổ thải bằng băng tải với chiều cao tầng thải lớn >250 m; đổ thải bằng ô tô kết hợp với máy ủi tại các khu vực phía dưới chân bãi thải.

Mô hình tính toán kiểm tra ổn định hiện trạng tại khu vực đổ thải băng tải cho thấy bãi thải băng tải ở trạng thái ổn định giới hạn. Để đảm bảo an toàn cho bãi thải cần cải tạo các thông số bãi thải theo tiêu chí ổn định $n > 1,3$.

Với các thông số đất đá bãi thải trong mùa mưa và mùa khô cần lựa chọn thông số bãi thải Bàng Nâu như sau: chiều cao tầng thải $h = 30$ m; góc dốc sườn tầng thải $\alpha = 35^\circ$; bề rộng đai bảo vệ $B = 40$ m. Tính toán đối sánh hệ số ổn định bãi thải với các thông số đề xuất bằng các phương pháp cân bằng giới hạn, phương pháp số, phương pháp kết hợp theo các trạng thái tự nhiên, mưa cường độ 437 mm/ngày đêm và động đất 6,5 richter. Kết quả bãi thải ổn định. Sử dụng công nghệ đổ trực tiếp xuống sườn bãi thải trong mùa khô và đổ trên mặt trượt trong mùa mưa và cải tạo tầng thải khi kết thúc đổ thải theo các thông số đề xuất đảm bảo bãi thải an toàn, hiệu quả.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. KẾT LUẬN

Luận án đã phân tích tổng quan hiện trạng và nghiên cứu về ổn định bãi thải tại các mỏ lộ thiên ở trên thế giới và ở Việt Nam. Nghiên cứu cũng chỉ rõ các phương pháp tính toán ổn định bãi thải trong điều kiện mưa mùa tại các nước trên thế giới. Từ đó đã nêu lên được tính cấp thiết của đề tài, những vấn đề mà luận án cần tập trung giải quyết để ứng dụng cụ thể vào công tác đổ thải tại các mỏ than lộ thiên ở vùng Cẩm Phả Quảng Ninh

Thông qua các mô hình bãi thải, luận án sử dụng các phần mềm chuyên dụng đã khảo sát ảnh hưởng của các thông số tới ổn định bãi thải: cường độ và thời gian mưa, địa chấn do động đất và nổ mìn, các tính chất nền bãi thải, các thông số hình học, tính chất cơ lý đất đá thải, công nghệ và thiết bị đổ thải. Từ đó cho thấy: nước mưa tạo thành các dòng chảy xâm nhập vào bãi thải làm các chỉ tiêu: dung trọng tăng lên, lực dính kết và góc nội ma sát giảm, áp lực nước lỗ rỗng tăng gây ứng suất cắt tăng, hệ số ổn định giảm dần và đạt giá trị nhỏ nhất sau khi mưa 24 giờ. Căn cứ hiện trạng biến dạng, các thông số bãi thải, luận án sử dụng phương pháp tính ngược xác định các thông số C , ϕ của bãi thải ở trạng thái nguy hiểm làm điều kiện giới hạn cho các tính toán lựa chọn thông số hình học bãi thải

Bằng kinh nghiệm tại các mỏ trên thế giới, hiện trạng các bãi thải than lộ thiên vùng Quảng Ninh, luận án đã phân loại các bãi thải theo tiêu chí nguy cơ mất ổn định, đề xuất tiêu chí tính toán ổn định bãi thải.

Với cùng dung tích, chiều cao, hệ số ổn định yêu cầu luận án đã sử dụng mô hình hình học tính toán và xác định bãi thải có dạng hình elip với tỷ lệ bán trục bằng 2 sẽ chiếm diện tích sử dụng nhỏ nhất

Căn cứ vào các tính chất đất đá thải, thiết bị tham gia đổ thải, yêu cầu ổn định trong điều kiện mưa mùa và các kịch bản về địa chấn bằng các phần mềm chuyên dụng và phân tích độ nhạy ổn định bãi thải khi thay đổi các thông số đầu vào, luận án đã xác định các thông số tối ưu cho bãi thải than lộ thiên vùng Quảng Ninh như: chiều cao tầng thải, góc dốc sườn tầng, bề rộng mặt tầng, chiều cao giới hạn của bãi thải.

Luận án đã đề xuất kỹ thuật đổ thải đảm bảo hệ số ổn định, sử dụng tối đa dung tích chứa với chi phí nhỏ: đổ tầng cao < 90 m phía trong và đổ bao phía ngoài các tầng thải có chiều cao 30 m. Khi bề rộng chân tầng thải tới biên giới kết thúc nhỏ cần đổ thải từ dưới lên trên với các tầng chiều cao 30 m, góc dốc tầng thải 35° . Sơ đồ công nghệ đổ theo phương pháp chi vi đối với mùa khô và phương pháp diện tích đối với mùa mưa. Tại các bãi thải trong hoặc khu vực thung lũng có thể đổ thải đầu tầng với chiều cao tối đa. Khi phía dưới có công trình hầm lò cần đổ thải theo lớp với chiều cao lớp $5 \div 10$ m theo trình tự từ dưới lên trên. Đối với các mỏ sử dụng liên hợp ô tô - băng tải để vận chuyển đất đá và đổ thải chiều cao tầng thải khi sử dụng băng tải từ < 90 m. Kết thúc sẽ sử dụng ô tô + máy ủi đổ ốp xung quanh tạo tầng có chiều cao 30 m. Luận án cũng đã vận dụng được các kết quả nghiên cứu để phân tích, đề xuất các thông số, kỹ thuật đổ thải tại bãi thải Bàng Nâu mỏ Cao Sơn đảm bảo hệ số ổn định yêu cầu trong mùa mưa có kể đến sự ảnh hưởng của địa chấn.

2. KIẾN NGHỊ

- Tiếp tục nghiên cứu phát triển các mô hình lý thuyết và thực nghiệm lượng nước mưa chảy vào bãi thải theo cường độ và thời gian mưa nhằm xác định qui luật nước xâm nhập vào bãi thải, sự thay đổi các chỉ tiêu cơ lý đất đá thải.

- Sử dụng phương pháp phân tử hữu hạn cho mô hình tính toán ổn định bãi thải cho kết quả chính xác nhất so với các phương pháp hiện có khi các thông số đầu vào đủ độ tin cậy. Vì vậy cần tiếp tục sử dụng phương pháp phân tử hữu hạn để tính toán ổn định cho các bờ mỏ, bãi thải tại các mỏ lộ thiên khác.

**DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ
LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN CỦA NGHIÊN CỨU SINH**

1. **Nguyễn Tam Tính**, Bùi Xuân Nam (2016), Mạng nơ-ron nhân tạo và khả năng xác định mức độ biến động theo thời gian của bề mặt bãi thải, Công nghiệp Mỏ, số 2/2016, 46-52.

2. **Nguyễn Tam Tính** (2019), Đánh giá hiện trạng một số bãi thải của các mỏ lộ thiên khu vực Cẩm Phả, Quảng Ninh và đề xuất một số giải pháp nâng cao độ ổn định của chúng, Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, Tập 60, Kỳ 2 (2019), 121-130.

3. Hoang Nguyen, **Nguyen Tam Tinh**, Dinh Tien (2021), *Utilizing a bagging model based on decision trees and k-nearest neighbors for predicting slope stability in open pit mines*, International Conference on Geotechnical challenges in Mining, Tunneling & Underground structures (ICGMTU 2021), 20-21 December 2021, Malaysia.

4. **Nguyen Tam Tinh**, Xuan-Nam Bui (2021), *Identification of The Suitable Type of Waste Dumps for Open-Pit Coal Mines in Cam Pha, Quang Ninh*, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 12, Issue 12, Nov-2021.

5. **Nguyễn Tam Tính**, Phạm Duy Thanh (2022), *Đánh giá khả năng ứng dụng máy bay không người lái trong quan trắc và đánh giá độ ổn định bãi thải mỏ lộ thiên*, Công nghiệp Mỏ, số 1/2022, 40-45.

6. **Nguyễn Tam Tính** (2022), *Nghiên cứu các giải pháp đảm bảo ổn định bãi thải Bàng Nâu – mỏ than Cao Sơn*, Tài nguyên và Môi trường, Kỳ 2, 4/2022, 47-49.